

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 395 316

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 77 19008

(54) Système de commande d'une installation pour l'utilisation de l'énergie de la pression
des gaz d'un haut fourneau.

(51) Classification internationale (Int. Cl.²). C 21 B 7/24; G 05 D 16/20.

(22) Date de dépôt 21 juin 1977, à 15 h 53 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — «Listes» n. 3 du 19-1-1979.

(71) Déposant : BABICH Vladimir Antonovich, VITLIN Abram Mordukhovich, KOLCHANOV
Arnold Petrovich et SHEVELEVA Elena Ivanovna, résidant en U.R.S.S.

(72) Invention de :

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Z. Weinstein.

L'invention concerne les systèmes de commande et a plus particulièrement pour objet un système de commande d'une installation pour l'utilisation de l'énergie de la pression des gaz d'un haut fourneau. Le système de commande est destiné essentiellement à être utilisé dans les usines sidérurgiques.

L'installation est fondée sur l'utilisation d'une turbine à gaz mettant en rotation un générateur de courant électrique, avec ses systèmes et dispositifs, ladite turbine étant placée, suivant la marche des gaz de haut fourneau, parallèlement au dispositif d'étranglement du haut fourneau et étant équipée de toute la robinetterie nécessaire et des commandes électriques de celle-ci, ainsi que d'un réchauffeur spécial pour chauffer les gaz du haut fourneau avant leur admission dans la turbine.

Par suite de la construction, ces derniers temps, des hauts fourneaux de très grande puissance, dans lesquels règne une haute pression des gaz de haut fourneau, ainsi que de la croissance du coût de l'énergie électrique, il est devenu nécessaire d'utiliser l'énergie considérable des gaz de haut fourneau à l'aide d'installations spéciales utilisant des turbines à gaz.

Une des conditions principales de l'emploi de telles installations est leur automatisation complète assurant l'efficacité requise de leur mise en oeuvre.

L'absence d'une automatisation complète de la commande de l'installation d'utilisation rend nécessaire le recours à un personnel desservant qui, la plupart du temps, est utilisé avec peu d'efficacité mais qui doit avoir une très haute qualification compte tenu de la grande responsabilité qu'impliquent l'utilisation d'un gaz déflagrant et toxique dans une installation grande et compliquée comme l'est un haut fourneau et la nécessité d'exécuter périodiquement toute une série d'opérations lors du passage temporaire du haut fourneau au régime de travail sous pression réduite des gaz de haut fourneau, suivi de son retour au régime normal, ainsi que lors de l'arrêt et de la mise en marche de l'installation. De plus, même un personnel hautement qualifié peut agir d'une façon erronée lourde de conséquences.

L'automatisation complète du système de commande de l'installation garantit l'exécution correcte d'un grand nombre d'opérations compliquées et interdépendantes suivant la séquence

nécessaire, et exclut l'emploi d'un personnel complémentaire. En même temps, la fiabilité de fonctionnement de tout l'équipement augmente considérablement, ce qui a une importance primordiale pour le fonctionnement du haut fourneau auquel est associée l'installation utilisatrice.

5 Cette nécessité d'automatiser complètement la commande de l'installation utilisatrice exige la solution d'un grand nombre de problèmes pour atteindre le but assigné. Le plus important de ces problèmes est celui qui consiste à assurer la
10 séquence nécessaire de toutes les opérations durant la mise en marche, l'arrêt et le passage d'un régime à l'autre, afin d'exclure toute possibilité de formation de mélanges de gaz déflam-
grants ou d'actions erronées pouvant aboutir à la pollution de l'atmosphère par le gaz toxique du haut fourneau.

15 Il existe déjà un système de commande d'une installation utilisant l'énergie de la pression des gaz de haut fourneau. Ce système de commande est caractérisé par le fait que l'installation utilisatrice comporte une turbine à gaz montée parallèlement aux clapets d'étranglement et qu'en fonction de la consommation des gaz de haut fourneau on ouvre ou on ferme à distance
20 une valve régulatrice qui permet le passage des gaz du haut fourneau à l'entrée de la turbine. La charge de la turbine dépend du degré d'ouverture de la valve régulatrice. La pression des gaz sous le gueulard du haut fourneau est réglée d'une
25 façon automatique à l'aide d'un dispositif autonome de commande des clapets d'étranglement.

En cas de réduction notable de la quantité de gaz dégagés par suite de la diminution de la charge du haut fourneau, c'est-à-dire lors d'un passage de courte durée du haut fourneau au
30 régime de travail sous pression de gaz réduite, un signal fourni par un régulateur de pression ferme automatiquement la valve régulatrice à l'entrée de la turbine.

Lors du fonctionnement normal du haut fourneau, la consommation de gaz de haut fourneau dépasse la valeur établie et
35 le régulateur de pression fournit un signal d'ouverture complète de la valve régulatrice installée à l'entrée de la turbine. Le réglage de la pression des gaz de haut fourneau sous le gueulard est réalisé à l'aide des clapets d'étranglement. L'arrêt de la turbine entraîne la fermeture automatique complète du

clapet d'arrêt de secours placé à l'entrée de la turbine et la fermeture rapide et complète de la valve régulatrice. En même temps s'ouvre brusquement le clapet d'étranglement.

5 Ce système n'est pas relié automatiquement au système de commande de l'installation utilisatrice, ce qui exige l'emploi d'un personnel spécial. En outre, ceci n'exclut pas les cas d'exécution erronée des opérations, qui peuvent être lourds de conséquences tant pour l'équipement que pour le personnel desservant, étant donné le caractère déflagrant et toxique des gaz de
10 haut fourneau utilisés.

On connaît un système de commande d'une installation utilisant l'énergie de la pression des gaz d'un haut fourneau, qui comporte des diaphragmes régulateur et d'arrêt installés sur une turbine à gaz placée parallèlement au dispositif d'étranglement
15 du haut fourneau, ladite turbine servant à mettre en rotation un générateur de courant électrique avec le ventilateur à commande électrique du système de refroidissement dudit générateur, et étant munie d'un circuit d'huile comprenant une pompe d'huile de démarrage à commande électrique et commun à ladite turbine et
20 audit générateur électrique, et d'un système de régulation de la vitesse de rotation du rotor de la turbine à gaz avec un dispositif de consigne de la vitesse de rotation du rotor, ledit système de régulation étant relié auxdits diaphragmes régulateur et d'arrêt, le système de commande de l'installation comportant
25 également un dispositif de conversion des signaux d'entrée fournis par le régulateur de pression des gaz de haut fourneau sous le gueulard du haut fourneau, connecté à l'entrée du système de régulation de la vitesse de rotation du rotor, un interrupteur du générateur de courant électrique constitué d'un
30 groupe de contacts de signalisation et de blocage permettant de brancher le générateur de courant électrique sur le secteur et de l'en débrancher, un dispositif de synchronisation de la fréquence de rotation du rotor avec la fréquence du secteur, dont les première et deuxième entrées sont reliées respectivement à
35 la sortie du générateur de courant électrique et au secteur à courant alternatif, tandis que la première sortie est électriquement reliée à l'interrupteur du générateur de courant électrique, un premier capteur de la température des gaz à l'entrée de la turbine à gaz, installé sur la conduite d'amenée des gaz de

haut fourneau à la turbine, en aval, suivant le mouvement des gaz, d'un réchauffeur de gaz monté sur cette même conduite et muni d'un dispositif d'allumage, ce capteur étant branché sur l'entrée du régulateur de température des gaz de haut fourneau arrivant dans la turbine à gaz, un deuxième capteur de la température des gaz de haut fourneau, installé à l'entrée de la turbine à gaz, des organes de fermeture à commande électrique installés sur les conduites d'amenée et d'évacuation de gaz de haut fourneau de l'installation utilisatrice, sur des conduites d'amenée d'air et de gaz combustible au réchauffeur de gaz, sur une conduite d'amenée de gaz inerte à l'installation utilisatrice et sur une conduite d'évacuation du gaz inerte vicié hors de l'installation utilisatrice.

Ce système prévoit une commande à distance des organes de fermeture montés sur les conduites de l'installation, ainsi que des dispositifs auxiliaires de la turbine à gaz et du générateur de courant électrique, tant à la mise en marche qu'à l'arrêt. Le système de commande assure une régulation automatique, le blocage et la protection contre la chute de pression accidentelle des gaz de haut fourneau et contre une élévation de la température des gaz au-dessus d'une valeur prédéterminée en amont de la turbine à gaz. Le système prévoit également la coupure automatique de l'air arrivant au réchauffeur de gaz en cas de chute de la pression des gaz de haut fourneau.

Ce système n'est pas un système cohérent de commande de l'installation utilisatrice lors de la mise en marche, de l'arrêt et du passage temporaire du haut fourneau au régime de travail sous pression réduite des gaz de haut fourneau. Aux régimes transitoires de travail de l'installation, le système décrit exige l'intervention d'un opérateur sans exclure une succession incorrecte éventuelle des opérations, pouvant aboutir à la pollution de l'atmosphère par les gaz toxiques du haut fourneau et par conséquent à l'intoxication du personnel desservant, qui est obligé de se trouver près de la turbine, dans l'ambiance des gaz du haut fourneau.

Compte tenu des inconvénients décrits ci-dessus, l'invention vise à mettre au point un système de commande d'une installation utilisant l'énergie de la pression des gaz de haut

fourneau, assurant une automatisation complète de la commande de l'installation utilisatrice et améliorant la fiabilité du système de commande en introduisant dans celui-ci une série de blocs de commande automatique reliés entre eux d'une façon déterminée.

Ce problème est résolu du fait que le système de commande d'une installation utilisant l'énergie de la pression des gaz de haut fourneau, du type comportant : des diaphragmes régulateur et d'arrêt installés sur une turbine à gaz raccordée parallèlement au dispositif d'étranglement du haut fourneau, ladite turbine servant à mettre en rotation un générateur de courant électrique avec le ventilateur à commande électrique de son système de refroidissement, et étant munie d'un circuit d'huile comprenant une pompe d'huile de démarrage à commande électrique et commun à ladite turbine et audit générateur de courant électrique, et d'un système de régulation de la vitesse de rotation du rotor de la turbine à gaz, comportant un dispositif de consigne de la vitesse de rotation du rotor de turbine et relié auxdits diaphragmes régulateur et d'arrêt, le système de commande de l'installation comportant également : un dispositif de conversion des signaux d'entrée fournis par un régulateur de la pression des gaz de haut fourneau sous le gueulard du haut fourneau, connecté à l'entrée du système de régulation de la vitesse de rotation du rotor de turbine et électriquement couplé au dispositif d'étranglement ; un interrupteur du générateur électrique, constitué d'un groupe de contacts de signalisation et de blocage permettant de brancher le générateur de courant électrique sur le secteur et de l'en débrancher ; un dispositif de synchronisation de la fréquence de rotation du rotor de turbine avec la fréquence du secteur, dont les première et deuxième entrées sont reliées respectivement à la sortie du générateur de courant électrique et au secteur à courant alternatif, une première sortie dudit dispositif étant électriquement reliée à l'interrupteur du générateur de courant électrique ; un premier capteur de la température du gaz à l'entrée de la turbine à gaz, installé sur une conduite d'amenée du gaz de haut fourneau à la turbine, en aval, suivant le sens de cheminement des gaz, d'un réchauffeur de gaz installé sur cette même conduite et muni d'un dispositif d'allumage, ce capteur étant branché sur

l'entrée d'un régulateur de la température des gaz de haut fourneau arrivant dans la turbine à gaz ; un deuxième capteur de la température des gaz de haut fourneau, installé à l'entrée de la turbine à gaz ; des organes de fermeture munis de commandes électriques et installés sur des conduites d'amenée des gaz de haut fourneau à l'installation utilisatrice et d'évacuation desdits gaz hors de celle-ci, sur des conduites d'amenée d'air et de gaz combustible au réchauffeur de gaz, sur une conduite d'amenée d'un gaz inerte à l'installation utilisatrice et sur une conduite d'évacuation du gaz inerte vicié hors de l'installation utilisatrice, ledit système de commande de l'installation étant caractérisé en ce qu'il comporte aussi : un bloc de préparation à la mise en marche de l'installation d'utilisation, un détecteur de position de l'organe de fermeture sur la conduite d'amenée d'air au réchauffeur de gaz, qui signale l'état fermé de cet organe de fermeture et est connecté à une première entrée du bloc de préparation à la mise en marche de l'installation d'utilisation ; un détecteur de position de l'organe de fermeture sur la conduite d'amenée d'air au dispositif d'allumage du réchauffeur de gaz qui signale l'état fermé de cet organe et est connecté à une deuxième entrée du bloc de préparation à la mise en marche de l'installation utilisatrice ; un détecteur de position de l'organe de fermeture sur la conduite d'amenée de gaz combustible au dispositif d'allumage du réchauffeur de gaz, qui signale l'état fermé de cet organe et est connecté à une troisième entrée du bloc de préparation à la mise en marche de l'installation utilisatrice ; un capteur de pression d'air en amont de l'organe de fermeture sur la conduite d'amenée d'air au réchauffeur de gaz, qui signale que la pression d'air se trouve dans les limites de la gamme de service, et qui est connecté à une quatrième entrée du bloc de préparation à la mise en marche de l'installation utilisatrice ; un capteur de pression d'air en amont de l'organe de fermeture sur la conduite d'amenée d'air au dispositif d'allumage du réchauffeur de gaz, qui signale que la pression d'air s'y trouve dans les limites de la gamme de service, et qui est connecté à une cinquième entrée du bloc de préparation à la mise en marche de l'installation utilisatrice ; un capteur de pression de gaz combustible en amont de l'organe de fermeture sur la conduite d'amenée de gaz de combustion au

dispositif d'allumage du réchauffeur de gaz, qui signale que la pression de gaz se trouve dans les limites de la gamme de service et qui est connecté à une sixième entrée du bloc de préparation à la mise en marche de l'installation utilisatrice ; un

5 capteur de niveau d'huile dans le circuit d'huile de la turbine à gaz, qui signale que le niveau d'huile se trouve dans les limites de la gamme de service et qui est connecté à une septième entrée du bloc de préparation à la mise en marche de l'installation utilisatrice ; un détecteur de position du diaphragme d'ar-

10 rêt, qui signale son état fermé et est connecté à une huitième entrée du bloc de préparation à la mise en marche de l'installation utilisatrice ; un détecteur de position du diaphragme régulateur, qui signale son état fermé et est connecté à une neuvième entrée du bloc de préparation à la mise en marche de

15 l'installation utilisatrice ; un détecteur de position du dispositif de consigne de vitesse de rotation du rotor, qui fournit l'information sur la position initiale du dispositif de consigne et est connecté à une dixième entrée du bloc de préparation à la mise en marche de l'installation utilisatrice ; un détecteur

20 de position du dispositif de conversion des signaux d'entrée fournis par le régulateur de pression de gaz sous le gueulard du haut fourneau, qui donne l'information sur la position initiale du dispositif et est connecté à une onzième entrée du bloc de préparation à la mise en marche de l'installation utili-

25 satrice ; un bloc de mise en marche dont une première entrée est connectée à une première sortie du bloc de préparation à la mise en marche de l'installation utilisatrice ; un capteur de pression d'huile dans le circuit d'huile de la turbine à gaz, qui signale que la pression d'huile se trouve dans les limites

30 de la gamme de service et qui est connecté à une deuxième entrée du bloc de mise en marche ; des détecteurs de position de l'organe de fermeture sur la conduite d'amenée de gaz du haut fourneau vers l'installation utilisatrice, qui signalent l'ouverture et la fermeture de cet organe de fermeture et sont connectés

35 respectivement à des troisième et quatrième entrées du bloc de mise en marche ; un capteur de pression d'air dans le système de refroidissement du générateur de courant électrique, qui signale la présence de la pression d'air et est connecté à une cinquième entrée du bloc de mise en marche ; un détecteur de

- vitesse de rotation du rotor de turbine, qui signale que le rotor a atteint une fréquence de rotation approximativement égale à la fréquence de synchronisation du générateur de courant électrique, et qui est connecté à une sixième entrée du bloc de mise en marche, dont les première, deuxième, troisième et quatrième sorties sont électriquement couplées, respectivement, à une pompe d'huile de démarrage à commande électrique, à la commande électrique de haut fourneau à l'installation utilisatrice, au ventilateur à commande électrique et au dispositif de refroidissement du générateur de rotation du rotor de turbine, une cinquième sortie de vitesse de rotation du système de refroidissement du bloc de mise en marche étant électriquement couplée à une troisième entrée du générateur électrique, qui signale la synchronisation des fréquences du générateur électrique et du secteur, dont une première entrée est connectée à une sixième sortie du bloc de mise en marche et dont une deuxième entrée est reliée à un premier contact de signalisation et de blocage de l'interrupteur du générateur électrique, qui signale que le générateur électrique est branché sur le secteur; un détecteur de position du rotor de turbine, qui signale le déplacement maximal du rotor de turbine à gaz, qui signale le déplacement maximal de la vitesse de rotation du rotor et est connecté à une troisième entrée du bloc de synchronisation; un détecteur de vitesse de rotation du rotor de turbine, qui signale la vitesse minimale permettant de réaliser la synchronisation, dont des première et deuxième sorties sont reliées au dispositif de consigne de vitesse de rotation du rotor pour permettre respectivement une quatrième entrée du bloc de synchronisation de la fréquence de rotation du rotor de turbine, qui signale la vitesse de rotation du rotor de turbine à gaz, dont une troisième sortie est reliée à une troisième entrée du bloc d'élévation de la charge de la turbine à gaz, dont une première entrée est connectée à une troisième sortie du bloc de synchronisation des fréquences du générateur électrique et du secteur; un capteur de débit de gaz de haut fourneau, qui signale le débit maximal des gaz de haut fourneau à travers la turbine à gaz, sans mise en marche du réchauffeur de gaz,

et qui est connecté à une deuxième entrée du bloc d'élévation de la charge, dont une troisième entrée est reliée audit détecteur de position du dispositif de consigne de vitesse de rotation du rotor de la turbine à gaz, qui signale le déplacement maximal du dispositif de consigne dans le sens de l'augmentation de la
5 vitesse de rotation du rotor, une première sortie du bloc d'élévation de la charge de la turbine à gaz étant connectée au dispositif de consigne de vitesse de rotation du rotor ; un bloc de commande du réchauffage du gaz de haut fourneau, dont une première
10 entrée est connectée à une deuxième sortie du bloc d'élévation de la charge de la turbine à gaz, et une deuxième entrée, à une deuxième sortie du bloc de préparation à la mise en marche de l'installation utilisatrice ; un capteur de débit du gaz du haut fourneau à travers la turbine à gaz, qui signale le débit
15 de gaz correspondant à la mise en marche du réchauffeur de gaz et est connecté à une troisième entrée du bloc de commande de réchauffage du gaz de haut fourneau ; un capteur de température des gaz à la sortie du dispositif d'allumage, qui signale que la température minimale d'inflammation des gaz de haut fourneau
20 est dépassée, et qui est connecté à une quatrième entrée du bloc de commande de réchauffage des gaz de haut fourneau ; un détecteur de position de l'organe de fermeture sur la conduite d'amenée d'air au réchauffeur de gaz, qui signale que cet organe de fermeture est ouvert et qui est connecté à une cinquième
25 entrée du bloc commande de réchauffage des gaz de haut fourneau ; un capteur de débit du gaz de haut fourneau, qui signale le débit minimal à travers la turbine à gaz auquel l'amenée de l'air au réchauffeur de gaz se trouve coupée, et qui est connecté à une sixième entrée du bloc de commande de réchauffage, dont des
30 septième et huitième entrées sont respectivement reliées aux sorties dudit deuxième capteur de température du gaz de haut fourneau à l'entrée de la turbine à gaz, qui signale les températures minimale et maximale d'arrêt du réchauffeur de gaz, une première, une deuxième, une troisième sortie du bloc de commande de réchauffage des gaz de haut fourneau étant électriquement
35 couplées, respectivement, aux commandes électriques des organes de fermeture sur les conduites d'amenée d'air et de gaz de combustion au dispositif d'allumage et d'amenée d'air au réchauffeur de gaz, pour réaliser leur ouverture, alors qu'une

10

2395316

quatrième sortie est électriquement reliée au dispositif d'al-
lumage, une cinquième sortie étant électriquement couplée au
régulateur de température du gaz du haut fourneau à l'entrée de
la turbine à gaz pour mettre en marche et arrêter le régulateur
de température, une septième et une huitième sortie étant élec-
triquement couplées, respectivement, aux commandes électriques
des organes de fermeture sur les tuyauteries d'amenée d'air et
de gaz de combustion au dispositif d'allumage et d'amenée d'air
de gaz de fermeture de gaz, pour réaliser la fermeture de ces orga-
nes de fermeture ; un bloc de commutation du régulateur de pres-
sion des gaz de haut fourneau sous le gueulard du haut four-
neau, servant à brancher la sortie du régulateur de pression
des gaz de haut fourneau à gaz à travers le dispositif de rotation du
rotor de la turbine à gaz, ainsi que sur l'entrée du dispositif
d'étranglement du haut fourneau, et une troisième entrée du
dispositif d'audit de débit maximal de débit des gaz de haut fourneau,
de réchauffage du gaz de haut fourneau, et une quatrième entrée du
dispositif d'audit de débit maximal de débit des gaz de haut fourneau,
étant connectée audit capteur de débit des gaz de haut fourneau,
qui signale le débit maximal de débit des gaz de haut fourneau,
sans mise en marche du réchauffeur de gaz ; un capteur de tempé-
rature du gaz de haut fourneau à l'entrée de la turbine à gaz,
connecté à une cinquième entrée du bloc de commutation du régu-
lateur de pression et signalant la température minimale du gaz
dans la turbine à gaz, à laquelle le régulateur de pression est
branché sur l'entrée du système de régulation de la vitesse de
rotation du rotor de la turbine à gaz, une première sortie du
bloc de commutation du régulateur de pression étant électrique-
ment couplée au dispositif de consigne de vitesse de rotation
du rotor, et une deuxième sortie, à la sortie du régulateur de
pression du gaz de haut fourneau, pour brancher sur l'entrée
l'intermédiaire du dispositif de conversion des signaux d'entrée
et pour débrancher de cette entrée, une troisième sortie étant
électriquement couplée à la sortie du régulateur de pression du
gaz de haut fourneau, pour brancher sur l'entrée du dispositif

d'étranglement du haut fourneau et pour débrancher de cette entrée, une quatrième sortie étant électriquement couplée à l'entrée du système de régulation de la vitesse de rotation du rotor à travers le dispositif de conversion des signaux d'entrée,

5 pour transmettre le signal de réduction de la charge de la turbine à gaz ; un bloc d'arrêt, dont une première entrée est branchée sur une septième sortie du bloc de mise en marche, tandis qu'une deuxième entrée est reliée audit détecteur de position du diaphragme d'arrêt, qui signale sa fermeture ; un détecteur de

10 vitesse de rotation du rotor, qui signale la vitesse maximale et est connecté à une troisième entrée du bloc d'arrêt ; un capteur de la pression d'huile dans le circuit d'huile, qui signale la chute de pression de l'huile jusqu'à la valeur minimale et est connecté à une quatrième entrée du bloc d'arrêt ; un détecteur

15 de position de l'organe de fermeture sur la conduite d'amenée de gaz de haut fourneau à l'installation utilisatrice, qui signale le début de l'ouverture de l'organe de fermeture et est connecté à une cinquième entrée du bloc d'arrêt, dont une sixième entrée est reliée audit deuxième capteur de température du gaz de haut

20 fourneau en amont de la turbine à gaz ; un capteur de température maximale des paliers de la turbine à gaz et du générateur de courant électrique, branché sur une septième entrée du bloc d'arrêt ; un détecteur des vibrations des paliers de la turbine à gaz et du générateur de courant électrique, branché sur une

25 huitième entrée du bloc d'arrêt, dont une première et une deuxième sorties sont respectivement branchées sur une septième et une huitième entrées du bloc de mise en marche, une troisième sortie est électriquement couplée à l'entrée du système de régulation de la vitesse de rotation du rotor de la turbine à gaz,

30 pour réaliser la fermeture accélérée des diaphragmes régulateur et d'arrêt, une quatrième sortie est électriquement couplée au dispositif de consigne de vitesse de rotation du rotor de turbine pour fournir le signal de rappel du dispositif de consigne en position initiale, une cinquième, une sixième et une septième

35 sorties sont, respectivement, branchées sur une neuvième, une dixième et une onzième entrées du bloc de commande de réchauffage des gaz de haut fourneau, une huitième sortie est branchée sur une sixième entrée du bloc de commutation du régulateur de pression de gaz de haut fourneau sous le gueulard du haut

fourneau, et une neuvième sortie est électriquement reliée à l'interrupteur du générateur de courant électrique ; un bloc de remplissage et de vidange de l'installation utilisatrice, dont une première entrée est branchée sur une dixième entrée du bloc d'arrêt et dont une deuxième entrée est reliée audit détecteur de position de l'organe de fermeture sur la conduite d'amenée du gaz de haut fourneau à l'installation utilisatrice, qui signale la fermeture de cet organe de fermeture ; des détecteurs de position de l'organe de fermeture sur la conduite d'évacuation des gaz de haut fourneau hors de l'installation utilisatrice, qui signalent la fermeture et l'ouverture de cet organe de fermeture et sont connectés, respectivement, à une troisième et à une quatrième entrées du bloc de remplissage et de vidange ; des détecteurs de position de l'organe de fermeture sur la conduite d'amenée de gaz inerte à l'installation utilisatrice, qui signalent la fermeture et l'ouverture de cet organe de fermeture et sont connectés, respectivement, à une cinquième et à une sixième entrées du bloc de remplissage et de vidange de l'installation utilisatrice ; des détecteurs de position de l'organe de fermeture sur la conduite d'évacuation de gaz inerte vicié hors de l'installation utilisatrice, qui signalent la fermeture et l'ouverture de cet organe de fermeture et sont connectés, respectivement, à une septième et à une huitième entrées du bloc de remplissage et de vidange, dont une première sortie est branchée sur une douzième entrée du bloc de préparation à la mise en marche de l'installation utilisatrice, une deuxième, une troisième, une quatrième et une cinquième sorties du bloc de remplissage et de vidange sont électriquement couplées, respectivement, aux commandes électriques des organes de fermeture sur les conduites d'amenée de gaz de haut fourneau à l'installation utilisatrice et de leur évacuation hors de cette dernière, sur les conduites d'amenée de gaz inerte à l'installation utilisatrice et d'évacuation de gaz inerte vicié hors de l'installation utilisatrice, pour réaliser leur fermeture, une sixième, une septième et une huitième sorties du bloc de remplissage et de vidange étant électriquement couplées, respectivement, aux commandes électriques des organes de fermeture sur la conduite d'évacuation des gaz de haut fourneau de l'installation utilisatrice et sur les conduites d'amenée de gaz inerte à

l'installation utilisatrice et d'évacuation de gaz inerte vicié de l'installation utilisatrice, pour réaliser leur ouverture.

L'invention permet de résoudre d'une façon optimale tous les problèmes complexes et variés relatifs à l'automatisation
5 complète de la commande d'une installation utilisatrice de l'énergie de pression des gaz de haut fourneau. Ceci est obtenu du fait qu'on a introduit dans le système de commande les blocs fonctionnels suivants : bloc de l'état de préparation à la mise
10 en marche de l'installation utilisatrice, bloc de mise en marche, bloc de synchronisation de la fréquence du générateur électrique avec la fréquence du secteur, bloc d'élévation de la charge de la turbine à gaz, bloc de commande du réchauffage du gaz de haut fourneau, bloc de commutation du régulateur de la pression du gaz de haut fourneau, bloc d'arrêt, bloc de remplis-
15 sage et de vidange de l'installation utilisatrice, dont les entrées et les sorties sont reliées entre elles d'une certaine façon, et sont aussi reliées aux capteurs et détecteurs et aux organes actuateurs ou d'exécution respectifs.

L'utilisation de ces blocs dans le système de commande
20 permet de réaliser automatiquement toutes les opérations nécessaires de commande, tandis que les liaisons établies entre les blocs, entre les détecteurs et les capteurs et entre les organes d'exécution ou actuateurs assurent la succession désirée de ces opérations avec un contrôle rigoureux de la réalisation des
25 opérations précédentes.

La division du système en blocs fonctionnels mis en série et ayant des liaisons auxiliaires donne la possibilité de simplifier leur fabrication en utilisant à cet effet des relais électromagnétiques des plus simples, de limiter le nombre total
30 de relais à une valeur optimale, d'utiliser les mêmes blocs pour réaliser les opérations lors des divers changements du fonctionnement de l'installation, en simplifiant ainsi tout le système de commande.

La simplification obtenue du système, son organisation
35 logique, rendent plus facile le processus de régulation de tout le système en permettant d'effectuer la régulation de ses parties constitutives et de raccourcir les délais de mise en service du système.

Durant l'utilisation, il devient plus facile de localiser les défauts, ce qui permet d'y remédier rapidement, l'entretien et la réparation se trouvant simplifiés. Réalisé par le système, le contrôle de la succession des opérations suivant un ordre
5 établi exclut toute possibilité de perturbations de l'algorithme. Grâce à cela, la fiabilité du fonctionnement de l'installation se trouve accrue, l'apparition des situations dangereuses pouvant nuire au personnel et à l'équipement du haut fourneau est évitée.

10 Le système de commande automatique de l'installation utilisatrice permet d'utiliser cette dernière sans que son influence nuisible se fasse sentir sur l'exploitation du haut fourneau.

L'invention ressortira plus clairement de la description suivante d'un exemple de réalisation concret mais non limitatif
15 illustré par les dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 représente un schéma de principe de l'installation utilisant l'énergie de pression des gaz de haut fourneau, selon l'invention ;

20 - la figure 2 représente le schéma synoptique du système de commande de l'installation utilisatrice, selon l'invention.

Le système de commande de l'installation utilisant l'énergie de pression du gaz d'échappement d'un haut fourneau comporte, montés sur une turbine à gaz 1 (figure 1), un diaphragme régulateur 2 et un diaphragme d'arrêt 3. La turbine à gaz 1 est
25 mise en parallèle avec un dispositif d'étranglement 4 du haut fourneau 5 et sert à mettre en rotation un générateur de courant électrique 6 muni d'un système de refroidissement à air avec un ventilateur 7 à commande électrique. La turbine à gaz 1 est munie d'un circuit d'huile avec une pompe d'huile de démarrage
30 8, ce circuit étant commun à ladite turbine et au générateur électrique 6, et d'un système 9 de régulation de la vitesse de rotation du rotor de la turbine à gaz 1 avec un dispositif 10 de consigne de la vitesse de rotation du rotor, le système 9 étant relié auxdits diaphragmes régulateur 2 et d'arrêt 3.

35 Le système de commande de l'installation utilisatrice comporte un dispositif 11 de conversion des signaux d'entrée fournis par un régulateur 12 de la pression des gaz de haut fourneau sous le gueulard du haut fourneau 5, le dispositif 11 étant branché sur l'entrée du système 9 de régulation de la

vitesse de rotation du rotor de la turbine à gaz. Le régulateur 12 de la pression des gaz de haut fourneau sous le gueulard du haut fourneau 5 est électriquement relié au dispositif d'étranglement 4. Le système comporte également un interrupteur 13
5 constitué d'un groupe de contacts de signalisation et de blocage servant à brancher le générateur de courant électrique 6 sur le secteur et à l'en débrancher, ainsi qu'un dispositif 14 de mise en synchronisme de la fréquence de rotation du rotor de turbine avec la fréquence du secteur, dont une première et une deuxième
10 entrée 15 et 16 sont branchées, respectivement, sur la sortie du générateur de courant électrique 6 et sur le secteur à courant alternatif, et dont une première sortie 17 est électriquement reliée à l'interrupteur 13 du générateur de courant électrique 6.

15 Le système de commande de l'installation utilisatrice comporte également un premier capteur 18 de la température du gaz à l'entrée de la turbine à gaz 1, installé sur une conduite 19 d'amenée du gaz de haut fourneau à la turbine 1 et situé en aval (suivant le sens de circulation du gaz) d'un réchauffeur de
20 gaz 20 disposé sur la même conduite 19 et muni d'un dispositif d'allumage 21. Le capteur de température 18 est branché sur une entrée 22 d'un régulateur 23 de la température du gaz de haut fourneau arrivant dans la turbine à gaz 1, dont la sortie est électriquement reliée à un organe de fermeture réglable 24
25 actionné par une commande électrique 25 et installé sur une conduite 26 d'amenée d'air au réchauffeur de gaz 20. Un deuxième capteur 27 de température maximale est également installé sur la conduite 19. En aval (suivant le sens de circulation du gaz) du haut fourneau, est placé un dispositif 28 d'épuration des
30 gaz.

Le système de commande de l'installation utilisatrice comporte un organe de fermeture 29 actionné par une commande électrique 30 et installé sur une conduite 31 d'amenée du gaz de haut fourneau à l'installation utilisatrice en amont du ré-
35 chauffeur de gaz 20, un organe de fermeture 32 actionné par une commande électrique 33 et installé sur une conduite 34 d'évacuation de gaz inerte vicié hors de l'installation utilisatrice, un organe de fermeture 35 actionné par une commande électrique 36 et installé sur une conduite 37 d'évacuation du gaz de haut

fourneau de l'installation utilisatrice, un organe de fermeture 38 actionné par une commande électrique 39 et installé sur une conduite 40 d'amenée de gaz inerte à l'installation utilisatrice, un organe de fermeture 41 actionné par une commande électrique 42 et installé sur une conduite 26 d'amenée d'air au réchauffeur de gaz 20, un organe de fermeture 43 actionné par une commande électrique 44 et installé sur une conduite 45 d'amenée d'air au dispositif d'allumage 21 du réchauffeur de gaz 20, un organe de fermeture 46 actionné par une commande électrique 47 et installé sur une conduite 48 d'amenée de gaz de combustion au dispositif d'allumage 21 du réchauffeur de gaz 20.

Le système de commande de l'installation utilisatrice comporte une série de blocs reliés entre eux et qui réalisent la mise en marche, la commande et l'arrêt automatiques de l'installation utilisatrice.

Le système comporte un bloc 49 (figure 2) de préparation à la mise en marche de l'installation utilisatrice, à une première entrée 50 duquel est relié un détecteur 51 de position de l'organe de fermeture 41 (figure 1) sur la conduite 26 d'amenée d'air au réchauffeur de gaz 20, qui signale l'état fermé de l'organe de fermeture 41. A une deuxième entrée 52 (figure 2) du bloc 49, est relié un détecteur 53 de position de l'organe de fermeture 43 (figure 1) sur la conduite 45 d'amenée d'air au dispositif d'allumage 21 du réchauffeur de gaz 20, qui signale l'état fermé de cet organe de fermeture 43. A une troisième entrée 54 (figure 2) du bloc 49, est relié un détecteur 55 de position de l'organe de fermeture 46 (figure 1) sur la tuyauterie 48 d'amenée de gaz combustible au dispositif d'allumage 21 du réchauffeur de gaz 20, qui signale l'état fermé de l'organe de fermeture 46. A une quatrième entrée 56 (figure 2) du bloc 49 est relié un capteur 57 de la pression d'air en amont de l'organe de fermeture 41 (figure 1) sur la tuyauterie 26 d'amenée d'air au réchauffeur de gaz 20, qui signale que la pression d'air est dans les limites de la gamme de service. A une cinquième entrée 58 (figure 2) du bloc 49 est raccordé un capteur 59 de la pression d'air en amont de l'organe de fermeture 43 (figure 1) dans la conduite 45 d'amenée d'air au dispositif d'allumage 21 du réchauffeur de gaz 20, qui signale que la pression d'air se trouve dans les limites de la gamme de service.

A une sixième entrée 60 (figure 2) du bloc 49 est raccordé un capteur 61 de pression de gaz combustible à rendement en calories élevé en amont de l'organe de fermeture 46 (figure 1) dans la conduite 48 d'amenée de gaz combustible au dispositif d'allu-
5 mage 21 du réchauffeur de gaz 20, qui signale que la pression de gaz se trouve dans les limites de la gamme de service. A une septième entrée 62 (figure 2) du bloc 49 est relié un capteur 63 du niveau d'huile dans le circuit d'huile de la turbine à gaz (figure 1), qui signale que le niveau d'huile se trouve
10 dans les limites de la gamme de service. A une huitième entrée 64 (figure 2) du bloc 49 est relié un détecteur 65 de position du diaphragme d'arrêt 3 (figure 1), qui signale son état fermé. A une neuvième entrée 66 (figure 2) du bloc 49 est raccordé un détecteur 67 de position du diaphragme régulateur 2 (figure 1),
15 qui signale son état fermé. A une dixième entrée 68 (figure 2) du bloc 49 est raccordé un détecteur 69 de position du dispositif 10 (figure 1) de consigne de la vitesse de rotation du rotor de la turbine à gaz 1, qui fournit l'information sur la position initiale du dispositif de consigne 10. A une onzième
20 entrée 70 (figure 2) du bloc 49 est raccordé un détecteur 71 de position du dispositif 11 (figure 1) de conversion des signaux d'entrée fournis par le régulateur 12 de pression du gaz sous le gueulard du haut fourneau, qui donne l'information sur la position initiale du dispositif 11.

25 Le système de commande de l'installation utilisatrice comporte un bloc 72 (figure 2) de mise en marche servant à réaliser la séquence d'opérations suivante : mise en marche de la pompe d'huile de démarrage 8 (figure 1) à commande électrique, ouverture de l'organe de fermeture 29 sur la conduite 31 d'ame-
30 née du gaz de haut fourneau à l'installation utilisatrice, mise en marche du ventilateur 7 du système de refroidissement par air du générateur de courant électrique 6, branchement du dispositif 10 de consigne de la vitesse de rotation du rotor de la turbine à gaz 1, suivi de l'arrêt de la pompe électrique à huile
35 8 et du débranchement du dispositif 10 de consigne de la vitesse de rotation du rotor lorsque la fréquence de rotation du rotor de turbine atteint une fréquence proche de celle de synchronisation du générateur de courant électrique 6. Une première entrée 73 (figure 2) du bloc 72 de mise en marche est reliée

à une première sortie 74 du bloc 49 de préparation à la mise en marche de l'installation utilisatrice. Une deuxième entrée 75 du bloc 72 de mise en marche est reliée à un capteur 76 de la pression d'huile dans le circuit d'huile de la turbine à gaz 1 (figure 1), qui signale que la pression d'huile se trouve dans les limites de la gamme de service. Aux troisième et quatrième entrées 77 (figure 2) et 78 sont respectivement reliés des détecteurs 79 et 80 de position de l'organe de fermeture 29 (figure 1) sur la conduite 31 d'amenée de gaz de haut fourneau à l'installation utilisatrice, qui signalent respectivement l'état ouvert et fermé de l'organe de fermeture 29. A une cinquième entrée 81 (figure 2) du bloc 72 de mise en marche est relié un capteur 82 de la pression d'air dans le système de refroidissement du générateur électrique 6 (figure 1), qui signale la présence de la pression d'air. Une sixième entrée 83 (figure 2) du bloc 72 de mise en marche est reliée à un détecteur 84 de la vitesse de rotation du rotor de la turbine à gaz, qui signale que la fréquence de rotation du rotor a atteint une fréquence proche de celle de synchronisation du générateur de courant électrique 6 (figure 1). Une première, une deuxième, une troisième et une quatrième sortie 85 (figure 2), 86, 87 et 88 du bloc 72 de mise en marche sont électriquement reliées, respectivement, à la pompe d'huile de démarrage 8 à commande électrique, à la commande électrique 3 de l'organe de fermeture 29 (figure 1) sur la conduite 31 d'amenée de gaz de haut fourneau à l'installation utilisatrice, au ventilateur électrique 7 du système de refroidissement par air du générateur de courant électrique 6 et au dispositif 10 de consigne de la vitesse de rotation du rotor. Une cinquième sortie 89 (figure 2) du bloc 72 de mise en marche est électriquement reliée à une troisième entrée 90 du dispositif de synchronisation 14.

Le système de commande de l'installation utilisatrice comporte un bloc 91 de mise en synchronisme des fréquences du générateur électrique et du secteur, dont une première entrée 92 est branchée sur une sixième sortie 93 du bloc 72 de mise en marche, et une deuxième entrée 94, sur un premier contact à fermeture de signalisation et de blocage 95 de l'interrupteur 13 (figure 1) du générateur électrique 6, ce contact signalant

que le générateur électrique 6 est branché sur le secteur. A une troisième entrée 96 (figure 2) du bloc 91 est raccordé un détecteur 97 de position du dispositif 10 (figure 1) de consigne de la vitesse de rotation du rotor de la turbine à gaz 1, qui
5 signale le déplacement maximal du dispositif de consigne 10 dans le sens de l'augmentation de la vitesse de rotation du rotor. A une quatrième entrée 98 (figure 2) du bloc 91 est raccordé un capteur 99 de la vitesse de rotation du rotor, qui signale la vitesse minimale à laquelle est encore possible la synchronisa-
10 tion de la fréquence du générateur électrique 6 (figure 1) avec celle du secteur électrique. Une première et une deuxième sortie 100 (figure 2) et 101 du bloc 91 sont reliées au dispositif 10 de consigne de la vitesse de rotation du rotor pour augmenter et réduire respectivement la vitesse de rotation du rotor de la
15 turbine à gaz 1 (figure 1).

Le système de commande de l'installation utilisatrice comporte un bloc 102 (figure 2) d'élévation de la charge de la turbine à gaz, dont une première entrée 103 est reliée à une troisième sortie 104 du bloc 91. A une deuxième entrée 105 du
20 bloc 102 est relié un capteur 106 du débit du gaz de haut fourneau, qui signale le débit minimal à travers la turbine à gaz 1 (figure 1), sans mise en marche du réchauffeur de gaz 20. A une troisième entrée 107 (figure 1) du bloc 102 est raccordé le détecteur 97 de position du dispositif 10 de consigne de la vi-
25 tesse de rotation du rotor, qui signale le déplacement maximal du dispositif de consigne 10 dans le sens de l'élévation de la charge. Une première sortie 108 du bloc 102 est branchée sur le dispositif 10 de consigne de la vitesse de rotation du rotor.

Le système de commande de l'installation utilisatrice
30 comporte un bloc 109 de commande de chauffage du gaz du haut fourneau, servant à la mise en marche et à l'arrêt du réchauffeur de gaz 20 (figure 1), du régulateur 23 de température du gaz de haut fourneau, et à exécuter les opérations liées à un passage temporaire du haut fourneau 5 au régime de travail avec
35 pression réduite des gaz de haut fourneau. Une première entrée 110 (figure 2) du bloc 109 est reliée à une deuxième sortie 111 du bloc 102 d'élévation de la charge de la turbine à gaz, et une deuxième entrée 112 du bloc 109 est reliée à une deuxième sortie 113 du bloc 49 de préparation à la mise en marche de

2395316

l'installation utilisatrice. A une troisième entrée 114 du bloc 109 est raccordé un capteur 115 de débit des gaz de haut fourneau à travers la turbine à gaz 1 (figure 1), qui signale que le débit du gaz correspond à la mise en marche du réchauffeur de gaz 20. A une quatrième entrée 116 (figure 2) du bloc 109 est relié un capteur 117 de la température du gaz à la sortie du dispositif d'allumage 21 (figure 1), qui signale que la température minimale d'inflammation des gaz de haut fourneau est dépassée. A une cinquième entrée 118 (figure 2) du bloc 109 est relié un détecteur 119 de position de l'organe de fermeture 41 (figure 1) sur la conduite 26 d'amenée d'air au réchauffeur de gaz 20, qui signale l'état ouvert de l'organe de fermeture 41 (figure 1) sur la conduite 26 d'amenée d'air au réchauffeur de gaz 20, qui signale le débit minimal de gaz à travers la turbine à gaz 1 (figure 1) auquel l'amenée d'air au réchauffeur de gaz 20 se trouve coupée. A une septième et une huitième entrées 122 (figure 2) et 123 du bloc 109 sont respectivement raccordées les sorties dudit deuxième capteur 27 de la température du gaz de haut fourneau à l'entrée de la turbine à gaz 1 (figure 1), signalant les valeurs minimale et maximale des températures auxquelles le réchauffeur de gaz 20 est coupé. Une première, une deuxième et une troisième sortie 124 (figure 2), 125, 126 du bloc 109 de commande du réchauffage du gaz de haut fourneau sont électriquement reliées respectivement aux commandes électriques 44, 47, 42 des organes de fermeture 43 (figure 1), 46, 41, respectivement, sur la conduite 45 d'amenée d'air au dispositif d'allumage 21, sur la conduite 48 d'amenée de gaz combustible au dispositif d'allumage 21 et sur la conduite 26 d'amenée d'air au réchauffeur de gaz 20, pour ouvrir ces organes de fermeture. Une quatrième sortie 127 (figure 2) du bloc 109 est électriquement reliée au dispositif d'allumage 21. Une cinquième sortie 128 du bloc 109 est électriquement couplée au régulateur 23 de la température du gaz de haut fourneau à l'entrée de la turbine à gaz 1 (figure 1) pour mettre en marche et arrêter le régulateur de température 23. Une sixième, une septième et une huitième sorties 129 (figure 2), 130, 131 du bloc 109 sont électriquement couplées, respectivement, aux commandes électriques 44, 47, 42 des organes de fermeture 43 (figure 1), 46, 41 montés respectivement sur la conduite 45

d'amenée d'air au dispositif d'allumage 21, sur la conduite 48 d'amenée de gaz combustible au dispositif d'allumage 21 et sur la conduite 26 d'amenée d'air au réchauffeur de gaz 20, pour fermer ces organes de fermeture.

- Le système de commande de l'installation utilisatrice comporte un bloc 132 (figure 2) de commutation du régulateur 12 de la pression des gaz de haut fourneau, servant à brancher et à débrancher (figure 1) du haut fourneau 9 de régulation de la vitesse de rotation du rotor de la turbine à gaz à travers le dispositif 11 de conversion des signaux d'entrée, et sur l'entrée du dispositif d'étranglement 4 du haut fourneau 5. Une première, une deuxième et une troisième entrée 133 (figure 2), 134, et 135 du bloc 132 sont respectivement reliées à une neuvième, une dixième et une onzième sortie 136, 137 et 138 du bloc 109 de commande du réchauffeur des gaz de haut fourneau. Une quatrième entrée 139 du bloc 132 est reliée au capteur 106 de débit de gaz de haut fourneau, qui signale le débit maximal à travers la turbine à gaz 1 (figure 1) sans mise en marche du réchauffeur de gaz 20. A une cinquième entrée 140 (figure 2) du bloc 132 est relié un capteur 141 de la température du gaz de haut fourneau à l'entrée de la turbine à gaz 1 (figure 1), qui signale la température minimale du gaz dans la turbine 1, température à laquelle le régulateur de pression 12 est branché sur l'entrée du système 9 de réglage de la vitesse de rotation du rotor de la turbine à gaz 1. Une première sortie 142 (figure 2) du bloc 132 est électriquement reliée au dispositif 10 de consigne de la vitesse de rotation du rotor. Une deuxième sortie 143 du bloc 132 est électriquement reliée à la sortie du régulateur 12 de la pression des gaz de haut fourneau pour brancher ce bloc sur l'entrée du rotor à travers le dispositif 11 de conversion des signaux d'entrée, et pour le débrancher de ladite entrée. Une troisième sortie 144 (figure 1) de régulation de la vitesse de rotation du rotor à sur l'entrée du dispositif d'étranglement 4 (figure 1) du haut fourneau 5 et pour l'en débrancher. Une quatrième sortie 145 (figure 2) est électriquement reliée à l'entrée du système 9

(figure 1) de régulation de la vitesse de rotation du rotor à travers le dispositif 11 de conversion des signaux d'entrée pour transmettre le signal de commande de réduction de la charge de la turbine à gaz 1.

5 Le système de commande de l'installation utilisatrice comporte un bloc d'arrêt 146 (figure 2) servant à arrêter l'installation utilisatrice, dont une première entrée 147 est reliée à une septième sortie 148 du bloc 72 de mise en marche. A une deuxième entrée 149 du bloc 146 est branché le détecteur 65 de position du diaphragme d'arrêt 3 (figure 1), qui signale son état fermé. A une troisième entrée 150 (figure 2) du bloc 146 est
10 relié un capteur 151 de vitesse de rotation du rotor, qui signale sa vitesse de rotation maximale. A une quatrième entrée 152 du bloc 146 est relié un capteur 153 de la pression d'huile dans le
15 circuit d'huile, qui signale la chute de la pression d'huile jusqu'à la valeur minimale. A une cinquième entrée 154 du bloc 146 est relié un détecteur 155 de position de l'organe de fermeture 29 (figure 1) sur la conduite 31 d'amenée du gaz de haut fourneau à l'installation utilisatrice, qui signale le début de
20 l'ouverture de l'organe de fermeture 29 (figure 1). A une sixième entrée 156 (figure 2) du bloc 146 est relié le deuxième capteur 27 de la température du gaz de haut fourneau en amont de la turbine à gaz 1 (figure 1). A une septième entrée 157
25 (figure 2) du bloc 146 est relié un capteur 158 de température maximale des paliers de la turbine à gaz 1 (figure 1) et du générateur électrique 6. A une huitième entrée 159 (figure 2) du bloc 146 est relié un capteur 160 de vibration des paliers de la turbine à gaz 1 (figure 1), qui signale la vibration maximale des paliers. Une première et une deuxième sortie 161 (figure 2) et
30 162 du bloc d'arrêt 146 sont respectivement reliées à une septième et une huitième entrée 163, 164 du bloc 72 de mise en marche. Une troisième sortie 165 du bloc 146 est électriquement reliée à l'entrée du système 9 de régulation de la vitesse de rotation du rotor de la turbine à gaz 1 (figure 1) pour réaliser la fermeture accélérée des diaphragmes régulateur et d'arrêt 2 et 3.
35 Une quatrième sortie 166 (figure 2) du bloc 146 est électriquement reliée au dispositif 10 de consigne de la vitesse de rotation du rotor pour transmettre le signal de rappel du dispositif de consigne 10 en position initiale. Une cinquième, une sixième

- et une septième sortie 167, 168, 169 du bloc 146 sont respectivement branchées sur une neuvième, une dixième et une onzième entrée 170, 171, 172 du bloc 109 de commande de chauffage des gaz de haut fourneau. Une huitième sortie 173 du bloc 146 est reliée à une sixième entrée 174 du bloc 132 de commutation du régulateur de la pression du gaz de haut fourneau sous le gueulard du haut fourneau 5 (figure 1). Une neuvième sortie 175 (figure 2) du bloc 146 est électriquement reliée à l'interrupteur 13 (figure 1) du générateur électrique 6.
- 10 Le système de commande de l'installation utilisatrice comporte un bloc 176 (figure 2) de remplissage et de vidange de l'installation utilisatrice, dont une première entrée 177 est branchée sur une dixième sortie 178 du bloc d'arrêt 146, tandis qu'une deuxième entrée 179 du bloc 176 est reliée au détecteur 80 de position de l'organe de fermeture 29 (figure 1) sur la conduite 31 d'amenée du gaz de haut fourneau à l'installation utilisatrice, qui signale l'état fermé de l'organe de fermeture 29. A une troisième et une quatrième entrée 180 (figure 2) et 181 du bloc 176 sont respectivement reliés des détecteurs 182, 183 de position de l'organe de fermeture 35 (figure 1) sur la conduite 37 d'évacuation du gaz de haut fourneau hors de l'installation utilisatrice, qui signalent respectivement l'état fermé et ouvert de cet organe de fermeture 35.
- 20 A une cinquième et une sixième entrée 184 (figure 2) et 185 du bloc 176 de remplissage et de vidange sont respectivement reliés des détecteurs 186, 187 de position de l'organe de fermeture 38. A une septième et une huitième entrée 188 (figure 2) et 189 du bloc 176 sont respectivement reliés des détecteurs 190, 191 de position de l'organe de fermeture 32 (figure 1) sur la conduite 34 d'évacuation de gaz inerte vicié de l'installation utilisatrice, qui signalent respectivement l'état fermé et ouvert de l'organe de fermeture 32. Une première sortie 192 (figure 2) du bloc 176 est reliée à une douzième entrée 193 du bloc 49 de préparation à la mise en marche de l'installation utilisatrice. Une deuxième, une troisième, une quatrième et une cinquième sortie 194, 195, 196, 197 sont

électriquement couplées, respectivement, à la commande électrique 30 de l'organe de fermeture 29 (figure 1) sur la conduite 31 d'amenée du gaz de haut fourneau à l'installation utilisatrice, à la commande électrique 36 de l'organe de fermeture 35 sur la
5 conduite 37 d'évacuation du gaz de haut fourneau de l'installation utilisatrice, à la commande électrique 39 de l'organe de fermeture 38 sur la conduite 40 d'amenée de gaz inerte à l'installation utilisatrice et à la commande électrique 33 de l'organe de fermeture 32 sur la conduite 34 d'évacuation de gaz inerte
10 vicié hors de l'installation utilisatrice pour réaliser la fermeture des organes de fermeture 29, 35, 38, 32. Une sixième, une septième et une huitième sortie 198 (figure 2), 199 et 200 du bloc 176 sont électriquement couplées respectivement à la commande électrique 36 de l'organe de fermeture 35 (figure 1) sur la
15 conduite 37 d'évacuation du gaz de haut fourneau hors de l'installation utilisatrice, à la commande électrique 39 de l'organe de fermeture 38 sur la conduite 40 d'amenée de gaz inerte à l'installation utilisatrice et à la commande électrique 33 de l'organe de fermeture 32 sur la conduite 34 d'évacuation de gaz
20 inerte vicié hors de l'installation utilisatrice, pour ouvrir les organes de fermeture 35, 38, 32.

On utilise ici, en tant que capteurs de pression, des manomètres à contacts électriques, par exemple. En tant que capteurs de température on utilise des thermocouples à amplificateurs électroniques avec sortie électrique discrète. En tant que
25 capteurs de débit on utilise des relais de pression qui mesurent la différence des pressions sur un diaphragme de mesure installé sur une conduite où on mesure le débit du gaz. En tant que détecteurs de position des organes de fermeture et régulateurs du
30 détecteur de position du dispositif de consigne de la vitesse du rotor de la turbine à gaz, du dispositif de conversion des signaux d'entrée fournis par le régulateur de pression de gaz sous le gueulard du haut fourneau, on utilise des interrupteurs de fin de course délivrant un signal électrique de sortie. En
35 tant que capteur de niveau on utilise un relais de niveau du type à flotteur délivrant un signal électrique de sortie. En tant que capteurs de vibration et de vitesse on utilise des capteurs de vibrations à induction.

Le système de commande de l'installation utilisatrice de

l'énergie de pression des gaz de haut fourneau selon l'invention fonctionne de la façon suivante.

Le système de commande automatique ne se met en action que lorsque les détecteurs et capteurs 51 (figure 2), 53, 55, 57, 59, 61, 63, 65, 67, 69 et 71, qui déterminent l'état de l'installation, se trouvent en position correspondant à son état initial. Alors, l'entrée 193 du bloc 49 est attaquée par un signal du relais de sortie du bloc 176 de remplissage et de vidange, qui signale que l'installation est remplie de gaz de haut fourneau. Le bloc 49 de préparation à la mise en marche s'enclenche et l'entrée 73 du bloc 72 de mise en marche et l'entrée 112 du bloc 109 de commande du réchauffage du gaz de haut fourneau sont attaquées par des signaux qui permettent la mise en marche de ces blocs.

Le bloc 72 de mise en marche de l'installation est mis en marche par l'opérateur, qui appuie sur un bouton de mise en marche (non représenté) disposé dans le bloc 72. Le bloc 72 met en action la pompe électrique à huile 8. Une pression se crée dans le circuit d'huile. Dès que la pression d'huile se trouve dans les limites de la gamme de service, le capteur 76 de pression d'huile fournit un signal à l'entrée 75 du bloc 72. Alors se met en marche la commande électrique 30 de l'organe de fermeture 29 (figure 1) sur la conduite 31. L'organe de fermeture 29 s'ouvre et les gaz de haut fourneau arrivent à l'installation utilisatrice. A la fin de cette opération, l'entrée 77 (figure 2) est attaquée par un signal du détecteur 79.

Alors se met en marche le ventilateur 7 à commande électrique du système de refroidissement par air du générateur de courant électrique 6 (figure 1). Une pression se crée dans le circuit de refroidissement du générateur de courant électrique 6 et l'entrée 81 (figure 2) du bloc 72 reçoit un signal du capteur 82. Alors se branche le dispositif 10 de consigne de la vitesse de rotation du rotor de la turbine à gaz 1 (figure 1) pour augmenter la vitesse de rotation. Le dispositif 10 de consigne de la vitesse de rotation du rotor agit sur les diaphragmes d'arrêt 3 et régulateur 2 en augmentant la vitesse de rotation du rotor. Lorsque la fréquence de rotation du rotor atteint une valeur proche de la fréquence de synchronisation du générateur électrique 6, l'entrée 83 (figure 2) du bloc 72 reçoit un signal

du détecteur 84 de la vitesse de rotation du rotor. La pompe d'huile à commande électrique de démarrage 8 est arrêtée, le dispositif 14 de synchronisation se met en marche et la sortie 93 du bloc 72 fournit un signal de mise en marche à l'entrée 92 du bloc 91 de synchronisation de la fréquence du générateur de courant électrique 6 (figure 1) avec la fréquence du secteur.

Alors le dispositif 10 de consigne de la vitesse de rotation du rotor se met en action afin d'augmenter la vitesse. Quand la fréquence du générateur de courant électrique 6 coïncide avec celle du secteur, le dispositif de synchronisation fonctionne, le générateur de courant électrique 6 se branche sur le secteur et par conséquent l'entrée 94 (figure 2) du bloc 91 est attaquée par un signal venant du contact de signalisation et de blocage 95 de l'interrupteur 13 (figure 1) du générateur de courant électrique 6.

Si la synchronisation n'a pas eu lieu, le dispositif 10 (figure 2) de consigne de la vitesse de rotation du rotor se déplace jusqu'à la valeur maximale dans le sens de l'augmentation de la vitesse de rotation. Dans ce cas, l'entrée 96 du bloc 91 reçoit un signal du détecteur 97, ce qui aboutit à l'arrêt du fonctionnement du dispositif 10 de consigne de la vitesse de rotation du rotor pour l'augmentation de la vitesse, et le dispositif 10 de consigne de la vitesse de rotation du rotor est commuté pour fonctionner dans le sens d'une réduction de la vitesse de rotation jusqu'à une valeur à laquelle la synchronisation peut encore avoir lieu. Dans ce cas, l'entrée 98 du bloc 91 est attaquée par un signal du détecteur 99 de la vitesse de rotation du rotor pour faire cesser le fonctionnement du dispositif de consigne 10 dans le sens de la réduction de la vitesse de rotation.

Le branchement du dispositif 10 de consigne de la vitesse de rotation du rotor pour augmenter et réduire la vitesse dans les limites auxquelles la synchronisation est possible se fait jusqu'au moment où la synchronisation a lieu et où le contact de signalisation et de blocage 95 est fermé. Dans ce cas, la sortie 104 du bloc 91 fournit un signal à l'entrée 103 du bloc 102 d'élévation de la charge, afin de mettre en marche le bloc 102. Par conséquent, le dispositif 10 de consigne de la vitesse de rotation du rotor se trouve branché pour l'augmentation de

la charge. Le dispositif de consigne 10 ouvre le diaphragme régulateur 3 (figure 1), ce qui entraîne l'accroissement du débit du gaz de haut fourneau à travers la turbine à gaz 1.

5 L'entrée 110 (figure 2) du bloc 109 de commande du réchauffage des gaz de haut fourneau est attaquée par un signal de la sortie 111 du bloc 102, qui permet la mise en marche du bloc 109.

En présence d'un débit maximal à travers la turbine à gaz 1 (figure 1) sans mise en marche du réchauffeur de gaz 20, l'entrée 105 (figure 2) du bloc 102 reçoit du capteur de débit 106
10 un signal qui interrompt le fonctionnement du dispositif 10 de consigne de la vitesse de rotation du rotor dans le sens de l'augmentation de la charge.

La mise en marche du bloc 109 se fait automatiquement quand le débit des gaz de haut fourneau à travers la turbine à gaz 1
15 (figure 1) atteint la valeur nécessaire pour la mise en marche du réchauffeur de gaz 20. L'entrée 114 (figure 2) du bloc 109 est alors attaquée par un signal du capteur de débit 115, et le bloc 109 se met en marche.

Les sorties 124 et 125 du bloc 109 fournissent des signaux
20 d'ouverture des organes de fermeture 43 (figure 1) et 46. L'air et le gaz combustible arrivent au dispositif d'allumage 21, qui se met en marche. Le gaz combustible s'enflamme. L'entrée 116 (figure 2) du bloc 109 reçoit un signal du capteur 117 de la température du gaz à la sortie du dispositif d'allumage 21
25 (figure 1), qui signale que la température minimale, déterminée par l'inflammation du gaz de haut fourneau, est dépassée. Si l'inflammation du gaz combustible n'a pas eu lieu, s'enclenche un système de protection du réchauffeur de gaz 20, décrit plus loin. Si l'inflammation a eu lieu, au bout d'un intervalle de
30 temps déterminé par le bloc 109 (figure 2), le dispositif d'allumage 21 est débranché et la commande électrique 42 entre en action. L'organe de fermeture 41 (figure 1) s'ouvre et l'air pour l'inflammation du gaz de haut fourneau est envoyé dans le réchauffeur de gaz 20. Le gaz de haut fourneau s'enflamme. A la
35 fin de l'ouverture de l'organe de fermeture 41, l'entrée 118 (figure 2) du bloc 109 reçoit un signal du détecteur 119. La sortie 128 du bloc 109 délivre un signal pour mettre en marche le régulateur 23 de la température de gaz en amont de la turbine à gaz 1 (figure 1). La non inflammation du gaz de haut fourneau

enclenche le système de protection du réchauffeur de gaz 20, décrit ci-dessous.

La mise en marche du réchauffeur de gaz 20 est caractérisée par l'élévation de la température du gaz de haut fourneau en amont de la turbine à gaz 1. Lorsque le régulateur de température 23 se branche, une température optimale se trouve établie en amont de la turbine à gaz 1. L'entrée 140 (figure 2) du bloc 132 de commutation du régulateur 12 (figure 1) de la pression du gaz sous le gueulard du haut fourneau 5 reçoit alors un signal du capteur 141 (figure 2) pour mettre en marche le bloc 132. Le bloc 132 fonctionne et commute le régulateur 12 de la pression à l'entrée du système 9 de réglage de la vitesse de rotation du rotor de la turbine à gaz, par l'intermédiaire du dispositif 11 de conversion des signaux d'entrée, dans le sens de l'augmentation de la charge de la turbine 1, et met en marche le dispositif 10 de consigne de la vitesse de rotation du rotor, pour la faire varier dans le sens d'une augmentation jusqu'à la valeur maximale. Alors l'entrée 107 (figure 2) du bloc 102 d'élévation de la charge reçoit un signal du détecteur 97, qui interdit la remise en marche du bloc 102 d'élévation de la charge lors du passage temporaire du haut fourneau 5 (figure 1) au régime de travail sous pression réduite des gaz du haut fourneau.

Lors du passage temporaire du haut fourneau 5 au régime de travail avec pression réduite des gaz du haut fourneau, le débit de gaz de haut fourneau à travers la turbine à gaz 1 diminue et le générateur électrique 6 commence à fonctionner en moteur. Le capteur 121 (figure 2) de débit minimal de gaz fournit un signal à l'entrée 120 du bloc 109. La commande électrique 42 de l'organe de fermeture 41 (figure 1) ferme ce dernier. L'amenée d'air dans le réchauffeur de gaz 20 pour entretenir la combustion du gaz de haut fourneau se trouve coupée, le régulateur de température 23 se débranche.

La température du gaz en amont de la turbine 1 baisse. En l'absence de signal provenant du capteur 141 (figure 2) sur l'entrée 140 du bloc 132, le régulateur 12 de la pression du gaz de haut fourneau sous le gueulard du haut fourneau 5 (figure 1) se débranche du système de réglage de la vitesse de rotation du rotor de la turbine à gaz 1 pour se brancher sur l'entrée du

dispositif d'étranglement 4, qui s'ouvre, et la sortie 138 (figure 2) du bloc 109 délivre un signal à l'entrée 135 du bloc 132.

5 Au passage du haut fourneau 5 (figure 1) au régime de travail normal, le débit du gaz de haut fourneau à travers la turbine à gaz 1 s'élève, l'entrée 139 (figure 2) du bloc 132 reçoit un signal du capteur 106 de débit du gaz de haut fourneau. Alors le bloc 132 agit par l'intermédiaire du dispositif 11 de conversion des signaux d'entrée sur le système 9 (figure 10 1) de régulation de la vitesse de rotation du rotor dans le sens d'une réduction de la charge jusqu'au débit maximal possible, sans mise en marche du réchauffeur de gaz 20.

15 Lors de l'élévation du débit de gaz de haut fourneau à travers la turbine 1, l'entrée 114 (figure 2) du bloc 109 reçoit un signal du capteur de débit 115, l'organe de fermeture 41 (figure 1) s'ouvre.

20 L'air pour entretenir la combustion du gaz de haut fourneau est amené au réchauffeur de gaz 20. Le régulateur 23 de température du gaz en amont de la turbine 1 fonctionne, et lorsque la température optimale est atteinte, le régulateur 12 de la pression du gaz de haut fourneau sous le gueulard du haut fourneau 5 se branche sur l'entrée du système 9 de régulation de la vitesse de rotation du rotor de la turbine à gaz 1.

25 Le système prévoit plusieurs protections du réchauffeur de gaz 20, qui entraînent l'arrêt de ce dernier.

30 En l'absence de combustion du gaz combustible à rendement en calories élevé, l'entrée 116 (figure 2) du bloc 109, le réchauffeur de gaz 20 (figure 1) étant mis en marche, ne reçoit pas de signal depuis le capteur 117 (figure 2) de la température du gaz à la sortie du dispositif d'allumage 21.

35 Si les gaz de haut fourneau ne brûlent pas, le réchauffeur de gaz 20 (figure 1) étant en marche, ce qui est caractérisé par une température du gaz en amont de la turbine 1 inférieure à la température minimale, l'entrée 122 (figure 2) du bloc 109 reçoit un signal depuis le capteur 27 de température du gaz.

 Lorsque la température du gaz en amont de la turbine 1 (figure 1) devient supérieure à la valeur maximale, l'entrée

123 (figure 2) du bloc 109 reçoit un signal fourni par le capteur 27 de température du gaz.

Le débranchement du réchauffeur de gaz 20 (figure 1) a également lieu en cas d'arrêt accidentel de l'installation. Dans ce cas, l'entrée 172 (figure 2) du bloc 109 reçoit un signal. Si l'installation s'arrête normalement, le débranchement du réchauffeur de gaz 20 (figure 1) n'a lieu qu'après la diminution de la charge de la turbine à gaz 1. Dans ce cas, il y a une réduction du débit du gaz de haut fourneau à travers la turbine à gaz 1 et les entrées 120 (figure 2) et 171 du bloc 109 reçoivent des signaux fournis par le capteur de débit 121 et par la sortie 168 du bloc 146.

Dans tous ces cas, les commandes électriques 44, 47 et 42 entrent en action pour fermer les organes de fermeture 43 (figure 1), 46 et 41 coupant l'amenée d'air et de gaz combustible au dispositif d'allumage 21 et l'amenée d'air au réchauffeur de gaz 20. Le régulateur 23 de la température du gaz en amont de la turbine à gaz 1 se débranche. L'amenée de gaz combustible et d'air au dispositif d'allumage 21 et d'air au réchauffeur de gaz 20 est coupée. Le réchauffeur de gaz 20 s'arrête. Les sorties 136 (figure 2) et 137 du bloc 109 fournissent des signaux aux entrées 133 et 134 du bloc 132. Par conséquent, le régulateur 12 de la pression du gaz sous le gueulard du haut fourneau 5 (figure 1) se débranche du système 9 de régulation de la vitesse de rotation du rotor de la turbine à gaz 1, pour se brancher sur l'entrée du dispositif d'étranglement 4, qui s'ouvre, et le système de régulation 9 ferme par l'intermédiaire du dispositif 11 le diaphragme régulateur 2 en diminuant la charge de la turbine à gaz 1.

Le déblocage des protections du réchauffeur de gaz 20 est effectué par l'opérateur à l'aide d'un bouton disposé dans le bloc 109 (figure 2).

Le bloc 146 d'arrêt de l'installation fonctionne sous l'action d'un bouton (non représenté) disposé dans le bloc 146 et sur lequel l'opérateur appuie, ou en cas d'enclenchement d'une ou de plusieurs protections contre les pannes. En cas d'arrêt accidentel, les entrées 150 (figure 2), 152, 154, 156, 157, 159 du bloc 146 d'arrêt reçoivent, dès que les paramètres de la turbine 1 (figure 1) deviennent anormaux, des signaux

depuis les capteurs 151, ou 153 et 155, ou 27, ou 158, ou 160. Dans ce cas, la sortie 165 du bloc 146 délivre un signal pour mettre en marche le système 9 de régulation de la vitesse de rotation de la turbine à gaz 1 (figure 1) pour réaliser la fermeture accélérée des diaphragmes régulateur 2 et d'arrêt 3. 5 L'entrée 172 (figure 2) du bloc 109 reçoit un signal d'arrêt du réchauffeur de gaz 20 (figure 2). Toutes les autres opérations se réalisent de la même façon qu'à l'arrêt normal. Le déblocage des protections contre les pannes est effectué par l'opérateur 10 en appuyant sur un bouton (non représenté) disposé dans le bloc d'arrêt 146 (figure 2).

L'arrêt de l'installation utilisatrice est réalisé par l'opérateur en appuyant sur un bouton d'arrêt (non représenté) disposé dans le bloc d'arrêt 146 (figure 2).

15 Le bloc d'arrêt 146 se met en action.

Dans ce cas, se met en action le dispositif de consigne 10 du système 9 (figure 1) de régulation de la vitesse de rotation du rotor de la turbine à gaz 1, en fermant les diaphragmes régulateur 2 et d'arrêt 3. Après la fermeture complète du diaphragme d'arrêt 3, l'entrée 149 (figure 2) du bloc 146 reçoit 20 un signal du détecteur 65. Par conséquent, la sortie 175 du bloc 146 fournit un signal d'ouverture de l'interrupteur 13 du générateur électrique 6 (figure 1). Dans ce cas, les sorties 161 (figure 2), 167, 168, 173 et 178 du bloc 146 fournissent 25 des signaux à l'entrée 163 du bloc 72 de mise en marche, aux entrées 170 et 171 du bloc 109 de commande de réchauffage du gaz de haut fourneau, à l'entrée 174 du bloc 132 de commutation du régulateur de la pression du gaz de haut fourneau sous le gueulard de haut fourneau 5 (figure 1) et à l'entrée 177 (figure 2) du bloc 176 de remplissage et de vidange. 30

Par conséquent, toutes les opérations de mise en marche sont inhibées, le réchauffeur de gaz 20 (figure 1) se débranche, le régulateur 12 de la pression du gaz de haut fourneau sous le gueulard du haut fourneau 5 se débranche du système de 35 régulation 9 pour se brancher sur l'entrée du dispositif d'étranglement 4, qui s'ouvre. Le bloc 176 (figure 2) de remplissage et de vidange se met en marche.

Après le débranchement du générateur électrique 6 (figure 1), la sortie 162 (figure 2) du bloc 146 fournit un signal à

l'entrée 164 du bloc 72 pour arrêter la pompe d'huile à commande électrique de démarrage 8 (figure 1). Après l'arrêt de la pompe d'huile de démarrage 8 à commande électrique, la sortie 148 (figure 2) du bloc 72 délivre un signal à l'entrée 147 du bloc 146 pour débrancher le bloc 146.

La vidange de l'installation du gaz de haut fourneau est effectuée par l'opérateur si l'on doit ouvrir l'installation utilisatrice arrêtée à l'aide d'une clé (non représentée) montée dans le bloc 176 qu'on met en position "Vidange". L'organe de fermeture 35 (figure 1) sur la conduite d'évacuation du gaz de haut fourneau se ferme. A la fin de cette opération, l'entrée 180 (figure 2) du bloc 176 reçoit un signal du détecteur 182.

Ceci entraîne l'ouverture de l'organe de fermeture 32 (figure 1) sur la conduite d'évacuation du gaz inerte vicié. Dès que l'organe de fermeture 32 s'ouvre complètement, l'entrée 189 (figure 2) du bloc 176 reçoit un signal du détecteur 191. Alors s'ouvre l'organe de fermeture 38 (figure 1) d'amenée de gaz inerte à l'installation utilisatrice. Durant un intervalle de temps imposé par le bloc 176 (figure 2), l'installation est soufflée par le gaz inerte.

Lorsqu'on met la clé (non représentée) en position neutre, les organes de fermeture 38 (figure 1) et 32 sur les conduites 40 et 34 d'amenée et d'évacuation du gaz inerte se ferment, l'entrée 184 (figure 2) du bloc 176 reçoit un signal du détecteur 186, qui signale que l'organe de fermeture 38 (figure 1) est fermé. L'amenée de gaz inerte est coupée.

Pour mettre en marche l'installation on doit la remplir de gaz de haut fourneau. A cet effet, la clé (non représentée) est mise en position "Remplissage". L'organe de fermeture 35 (figure 1) sur la conduite 37 d'évacuation du gaz de haut fourneau hors de l'installation s'ouvre, l'entrée 181 (figure 2) du bloc 176 reçoit du détecteur 183 un signal indiquant que l'organe de fermeture 35 (figure 1) est ouvert. L'organe de fermeture 32 s'ouvre, l'installation se remplit de gaz de haut fourneau.

Après le remplissage de l'installation de gaz de haut fourneau, la clé (non représentée) de remplissage et de vidange de l'installation utilisatrice est placée par l'opérateur en

position neutre. L'organe de fermeture 32 se ferme.

L'entrée 188 (figure 2) reçoit du détecteur 190 un signal indiquant la fermeture de l'organe de fermeture 32 (figure 1), et la sortie 192 (figure 2) du bloc 176 délivre
5 à l'entrée 193 du bloc 49 un signal indiquant que l'installation s'est remplie de gaz de haut fourneau.

Le système proposé permet d'automatiser complètement la commande de l'installation utilisant l'énergie de la pression des gaz de haut fourneau. Ceci s'obtient par introduction dans
10 le système d'une série de blocs fonctionnels qui sont interconnectés d'une façon déterminée et sont reliés à des capteurs et des détecteurs respectifs, ainsi qu'à des organes d'exécution ou organes actuateurs. Ceci permet de réaliser automatiquement toutes les opérations de commande nécessaires suivant
15 la séquence requise. Le contrôle du déroulement des opérations, réalisé par le système, exclut toute éventualité de perturbation de l'algorithme nécessaire. Cela accroît la fiabilité du fonctionnement de l'installation, exclut l'apparition de situations dangereuses pouvant nuire à l'équipement et au personnel
20 desservant le haut fourneau.

Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée au mode de réalisation décrit et représenté qui n'a été donné qu'à titre d'exemple. En particulier, elle comprend tous les moyens constituant des équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci sont exécutées suivant
25 son esprit et mises en oeuvre dans le cadre des revendications qui suivent.

REVENDICATION

Système de commande d'une installation pour l'utilisation de l'énergie de la pression des gaz d'un haut fourneau, du type comportant un diaphragme régulateur 2 et un diaphragme d'arrêt 3 disposés sur une turbine à gaz 1 montées en parallèle avec le dispositif d'étranglement 4 du haut fourneau 5, destinée à la rotation d'un générateur de courant électrique 6 avec le ventilateur à commande électrique 7 du système de refroidissement de ce générateur, et pourvue d'un circuit d'huile avec une pompe électrique de démarrage à huile 8 commune à ladite turbine et audit générateur, et d'un système 9 destiné à la régulation de la vitesse de rotation du rotor de la turbine à gaz 1 et comportant un dispositif 10 de consigne de la vitesse de rotation dudit rotor, ledit système de régulation 9 étant raccordé aux diaphragmes régulateur 2 et d'arrêt 3, ledit système de commande de l'installation comportant en outre : un dispositif 11 branché sur l'entrée du système 9 de régulation de la vitesse de rotation du rotor et destiné à convertir les signaux d'entrée en provenance du régulateur 12 de la pression des gaz de haut fourneau sous le gueulard du haut fourneau 5, ce régulateur 12 étant électriquement relié au dispositif d'étranglement 4 ; un interrupteur 13 du générateur de courant électrique 6, constitué d'un groupe de contacts de signalisation et de blocage et destiné à brancher le générateur 6 sur le secteur et à l'en débrancher ; un dispositif 14 assurant la synchronisation de la fréquence de rotation du rotor avec la fréquence du secteur, et dont une première entrée 15 et une deuxième entrée 16 sont connectées à la sortie du générateur de courant électrique 6 et au secteur à courant alternatif, respectivement, tandis qu'une première sortie 17 est électriquement reliée à l'interrupteur 13 du générateur 6 ; un premier capteur 18 de température du gaz à l'entrée de la turbine à gaz 1, monté sur la conduite 19 d'amenée des gaz de haut fourneau à la turbine 1 et disposé en aval (suivant le sens de circulation des gaz) d'un réchauffeur de gaz 20 disposé sur la même conduite 19 et équipé d'un dispositif d'allumage 21, ledit capteur 18 étant branché sur l'entrée 22 du régulateur 23 de la température des gaz de haut fourneau arrivant dans la turbine à gaz 1 ; des organes de fermeture 29, 35, 41, 43, 46, 38, 32 à commandes électriques 30, 36, 42, 44,

47, 39, 33, montés sur une conduite 31 d'amenée des gaz de haut
fourneau à l'installation utilisatrice et sur une conduite 37
d'évacuation desdits gaz de ladite installation, sur des condui-
tes 26, 45, 48 d'amenée d'air et de gaz combustible au réchauf-
5 feur de gaz 20, sur une conduite 40 d'amenée de gaz inerte à
l'installation utilisatrice, et sur une conduite 34 d'évacuation
du gaz inerte vicié de ladite installation, caractérisé en ce
qu'il comprend: un bloc 49 de préparation au démarrage de l'ins-
tallation utilisatrice ; un détecteur 51 de la position de
10 l'organe de fermeture 41 sur la conduite 26 d'amenée d'air au
réchauffeur de gaz 20, ledit détecteur 51 signalant l'état fermé
dudit organe de fermeture 41 et étant branché sur une première
entrée 50 du bloc 49 de préparation au démarrage de l'installa-
tion utilisatrice ; un détecteur 53 de la position de l'organe
15 de fermeture 43 sur la conduite 45 d'amenée d'air au dispositif
d'allumage 21 du réchauffeur de gaz 20, ledit détecteur 53 signa-
lant l'état fermé de l'organe de fermeture 43 et étant branché
sur une deuxième entrée 52 du bloc 49 de préparation au démarra-
ge de l'installation ; un détecteur 55 de la position de l'orga-
20 ne de fermeture 46 sur la conduite 48 d'amenée de gaz combus-
tible au dispositif d'allumage 21 du réchauffeur de gaz 20, ce
détecteur 55 signalant l'état fermé de l'organe de fermeture 46
et étant branché sur une troisième entrée 54 du bloc 49 de pré-
paration au démarrage de l'installation utilisatrice ; un cap-
25 teur 57 de pression de l'air en amont de l'organe de fermeture
41 monté sur la conduite 26 d'amenée d'air au réchauffeur de gaz
20, ce capteur 57 signalant que la pression d'air se trouve dans
les limites de la plage de travail et étant branché à une qua-
trième entrée 56 du bloc 49 de préparation au démarrage de
30 l'installation utilisatrice ; un capteur 59 de la pression d'air
en amont de l'organe de fermeture 43 monté sur la conduite 45
d'amenée d'air au dispositif d'allumage 21 du réchauffeur de gaz
20, ce capteur 59 signalant que la pression d'air se trouve dans
les limites de la plage de travail et étant branché à une cin-
35 quième entrée 58 du bloc 49 de préparation au démarrage de
l'installation utilisatrice ; un capteur 61 de la pression du
gaz combustible en amont de l'organe de fermeture 46 monté sur
la conduite 48 d'amenée de gaz combustible au dispositif d'allu-
mage 21 du réchauffeur de gaz 20, ce capteur 61 signalant que

la pression du gaz se trouve dans les limites de la plage de travail et étant branché sur une sixième entrée 60 du bloc 49 de préparation au démarrage de l'installation utilisatrice ; un capteur 63 du niveau d'huile dans le circuit d'huile de la turbine à gaz 1, ce capteur 63 signalant que le niveau d'huile se trouve dans les limites de la plage de travail et étant branché sur une septième entrée 62 du bloc 49 de préparation au démarrage de l'installation utilisatrice ; un détecteur 65 de la position du diaphragme d'arrêt 3, ce détecteur 65 signalant l'état fermé de celui-ci et étant branché sur une huitième entrée 64 du bloc 49 de préparation au démarrage de l'installation utilisatrice ; un détecteur 67 de la position du diaphragme régulateur 2, ce détecteur 67 signalant l'état fermé de celui-ci et étant branché sur une neuvième entrée 66 du bloc 49 de préparation au démarrage de l'installation utilisatrice ; un détecteur 69 de la position du dispositif 10 de consigne de la vitesse de rotation du rotor de la turbine 1, ce détecteur 69 signalant l'état initial du dispositif de consigne 10 et étant branché sur une dixième entrée 68 du bloc 49 de préparation au démarrage de l'installation utilisatrice ; un détecteur 71 de la position du dispositif 11 de conversion des signaux d'entrée en provenance du régulateur 12 de la pression des gaz sous le gueulard du haut fourneau 5, ce détecteur 71 signalant la position initiale du dispositif 11 et étant branché sur une onzième entrée 70 du bloc 49 de préparation au démarrage de l'installation utilisatrice ; un bloc de mise en marche 72, dont une première entrée 73 est connectée à une première sortie 74 du bloc 49 de préparation au démarrage de l'installation utilisatrice ; un capteur 76 de la pression d'huile dans le circuit d'huile de la turbine à gaz 1, ce capteur 76 signalant que la pression d'huile se trouve dans les limites de la plage de travail, ce capteur 76 étant connecté à une deuxième entrée 75 du bloc de mise en marche 72 ; des détecteurs 79 et 80 de la position de l'organe de fermeture 29 sur la conduite 31 d'amenée des gaz de haut fourneau à l'installation utilisatrice, ces détecteurs 79 et 80 signalant respectivement l'ouverture et la fermeture de l'organe 29 et étant connectés respectivement à une troisième et à une quatrième entrée 77 et 78 du bloc de mise en marche 72 ; un capteur 82

de la pression d'air dans le système de refroidissement du géné-
rateur électrique 6, signalant la présence de la pression d'air
et connecté à une cinquième entrée 81 du bloc de mise en marche
72 ; un capteur 84 de la vitesse de rotation du rotor de la tur-
bine à gaz 1, ce capteur signalant que ledit rotor a atteint une
5 fréquence de rotation sensiblement égale à la fréquence de syn-
chronisation du générateur électrique 6, ce capteur 84 étant
connecté à une sixième entrée 83 du bloc de mise en marche 72,
une première, une deuxième, une troisième et une quatrième en-
10 trée 85, 86, 87, 88 de ce dernier étant électriquement reliées,
reliées, à la pompe électrique à huile de démarrage 8, à la com-
mande électrique 30 de l'organe de fermeture 29 monté sur la
conduite 31 d'amenée des gaz de haut fourneau à l'installation
utilisatrice, au ventilateur à commande électrique 7 du système
15 de refroidissement par air du générateur de courant électrique 6
et au dispositif 10 de consigne de la vitesse de rotation du
rotor, tandis qu'une cinquième sortie 89 du bloc de mise en mar-
che 72 est électriquement reliée à une troisième entrée 90 du
dispositif de synchronisation 14 ; un bloc 91 de synchronisation
20 de la fréquence du générateur électrique avec celle du secteur
d'alimentation, une première entrée de ce bloc 91 étant connec-
tée à une sixième sortie 93 du bloc de mise en marche 72, tandis
qu'une deuxième entrée 94 dudit bloc est connectée à un premier
contact de signalisation et de blocage 95 de l'interrupteur 13
25 du générateur de courant électrique 6, ledit premier contact 95
signalant le branchement du générateur de courant électrique 6
sur le secteur d'alimentation ; un détecteur 97 de la position
du dispositif 10 de consigne de la vitesse de rotation du rotor
de la turbine à gaz 1, ce détecteur 97 signalant le déplacement
30 maximal du dispositif de consigne 10 dans le sens de l'augmenta-
tion de la vitesse de rotation du rotor et étant connecté à une
troisième entrée 96 du bloc de synchronisation 91 ; un détecteur
99 de la vitesse de rotation du rotor, signalant la vitesse
minimale à laquelle est possible la synchronisation de la fré-
35 quence du générateur de courant électrique 6 avec celle du sec-
teur d'alimentation, ce détecteur 99 étant connecté à une
quatrième entrée 98 du bloc de synchronisation 91, une première
et une deuxième sortie 100 et 101 de ce dernier étant connectées
au dispositif 10 de consigne de la vitesse de rotation du rotor

de la turbine à gaz 1 pour, respectivement, l'augmentation et la diminution de la vitesse de rotation dudit rotor ; un bloc 102 d'augmentation de la charge de la turbine à gaz, dont une première entrée 103 est connectée à une troisième sortie 104 du bloc 91 de synchronisation de la fréquence du générateur de courant électrique avec celle du réseau d'alimentation ; un capteur 106 de débit des gaz de haut fourneau, signalant la présence du débit maximal des gaz de haut fourneau à travers la turbine à gaz 1 sans mise en action du réchauffeur de gaz 20, ce capteur 106 étant connecté à une deuxième entrée 105 dudit bloc d'augmentation de charge 102, une troisième entrée 107 de ce dernier étant connectée au détecteur 97 de la position du dispositif 10 de consigne de la vitesse de rotation du rotor, signalant le déplacement maximal du dispositif de consigne 10 dans le sens de l'augmentation de la charge, une première entrée 108 du bloc 102 d'augmentation de la charge de la turbine à gaz étant connectée au dispositif 10 de consigne de la vitesse de rotation du rotor ; un bloc 109 de commande du réchauffage des gaz de haut fourneau, dont une première entrée 110 est connectée à une deuxième sortie 111 du bloc 102 d'augmentation de la charge de la turbine à gaz, et une deuxième entrée 112, à une deuxième sortie 113 du bloc 49 de préparation au démarrage de l'installation utilisatrice ; un capteur 115 du débit des gaz de haut fourneau à travers la turbine à gaz, ce capteur 115 signalant la présence d'un débit de gaz correspondant à la mise en action du réchauffeur de gaz 20, et étant connecté à une troisième entrée 114 du bloc 109 de commande du réchauffage des gaz de haut fourneau ; un capteur 117 de la température des gaz à la sortie du dispositif d'allumage 21, ce capteur 117 signalant le dépassement de la température minimale déterminée par l'inflammation des gaz de haut fourneau et étant connecté à une quatrième entrée 116 du bloc 109 de commande de réchauffage des gaz de haut fourneau ; un détecteur 119 de la position de l'organe de fermeture 41 sur la conduite 26 d'amenée d'air au réchauffeur de gaz 20, ce détecteur 119 signalant l'ouverture de l'organe 41 et étant connecté à une cinquième entrée 118 du bloc de commande de réchauffage 109 ; un capteur 121 du débit des gaz de haut fourneau, signalant le débit minimal des gaz à travers la turbine à gaz 1, auquel l'amenée d'air au réchauffeur

de gaz 20 est coupée, ce capteur 121 étant connecté à une sixième entrée 120 du bloc de commande de réchauffage 109, aux septième et huitième entrées 122 et 123 duquel sont connectées respectivement les sorties du capteur 27 de la température des gaz de haut fourneau à l'entrée de la turbine à gaz 1, destiné à signaler les températures minimale et maximale auxquelles le réchauffeur de gaz 20 est mis hors d'action, tandis qu'une première, une deuxième et une troisième sortie 124, 125, 126 du bloc 109 de commande de réchauffage des gaz de haut fourneau sont électriquement reliées, respectivement, aux commandes électriques 44, 47, 42 des organes de fermeture 43, 46, 41 montés sur les conduites 45, 48, 26 d'amenée d'air et de gaz combustible au dispositif d'allumage 21 et d'amenée d'air au réchauffeur de gaz 20, pour réaliser l'ouverture de ces organes, qu'une quatrième sortie 127 du bloc 109 est électriquement reliée au dispositif d'allumage 21, qu'une cinquième sortie 128 du bloc 109 est électriquement reliée au régulateur 23 de la température des gaz de haut fourneau à l'entrée de la turbine à gaz 1, pour la mise en marche ou l'arrêt du régulateur de température 23, et qu'une sixième, septième et huitième sortie 129, 130, 131 sont électriquement reliées, respectivement, aux commandes électriques 44, 47, 42 des organes de fermeture 43, 46, 41 montés sur les conduites 45, 48, 26 d'amenée d'air et de gaz combustible au dispositif d'allumage 21 et d'amenée d'air au réchauffeur de gaz 20, pour assurer la fermeture de ces organes de fermeture ; un bloc 132 de commutation du régulateur de la pression des gaz de haut fourneau sous le gueulard du haut fourneau, ce bloc 132 étant destiné à connecter la sortie du régulateur de pression 12 à l'entrée du système de régulation de vitesse 9 par l'intermédiaire du dispositif de conversion 11 et à la débrancher de celle-ci ainsi qu'à la brancher sur l'entrée du dispositif d'étranglement 4 du haut fourneau 5, une première, une deuxième et une troisième entrée 133, 134, 135 du bloc 132 de commutation du régulateur de pression étant connectées respectivement à une neuvième, une dixième et une onzième sortie 136, 137, 138 du bloc 109 de commande de réchauffage des gaz de haut fourneau, et une quatrième entrée 139 du bloc 132 étant connectée au détecteur 106 du débit des gaz de haut fourneau signalant la présence du débit maximal à travers la turbine à gaz 1 sans mise en

action du réchauffeur de gaz 20 ; un capteur 141 de la température des gaz de haut fourneau à l'entrée de la turbine à gaz 1, ce capteur 141 étant connecté à une cinquième entrée 140 du bloc 132 de commutation du régulateur de pression 12 et signalant la présence dans la turbine 1 de la température minimale des gaz à laquelle le régulateur de pression 12 est branché sur l'entrée du système 9 de régulation de la vitesse de rotation du rotor de la turbine à gaz 1, une première sortie 142 du bloc 132 de commutation du régulateur de pression étant électriquement reliée au dispositif 10 de consigne de la vitesse de rotation du rotor, une deuxième sortie 143 du bloc 132 étant électriquement reliée à la sortie du régulateur 12 de la pression des gaz de haut fourneau pour brancher (ou débrancher) ce bloc sur l'entrée du système 9 de régulation de la vitesse de rotation du rotor par l'intermédiaire du dispositif 11 de conversion des signaux d'entrée, une troisième sortie 144 du bloc 132 étant électriquement reliée à la sortie du régulateur 12 de la pression des gaz de haut fourneau, pour brancher (ou débrancher) ce bloc sur l'entrée du dispositif d'étranglement 4 du haut fourneau 5, une quatrième sortie 145 du bloc 132 étant électriquement reliée à l'entrée du système 9 de régulation de la vitesse de rotation du rotor par l'intermédiaire du dispositif 11 de conversion des signaux d'entrée, pour transmettre un signal de réduction de la charge de la turbine à gaz 1 ; un bloc d'arrêt 146, dont une première entrée 147 est connectée à une septième sortie 148 du bloc de mise en marche 72, tandis qu'une deuxième entrée 149 du bloc 146 est connectée au détecteur 65 de position du diaphragme d'arrêt 3, signalant la fermeture de celui-ci, un détecteur 151 de la vitesse de rotation du rotor, signalant la vitesse maximale de ce dernier et connecté à une troisième entrée 150 du bloc d'arrêt 146 ; un capteur 153 de la pression d'huile dans le circuit d'huile, ce capteur 153 signalant la baisse de la pression d'huile à sa valeur minimale et étant connecté à une quatrième entrée 152 du bloc d'arrêt 146 ; un détecteur 155 de la position de l'organe de fermeture 29 sur la conduite 31 d'amenée des gaz de haut fourneau à l'installation utilisatrice, ce détecteur 155 signalant le début de l'ouverture de l'organe de fermeture 29 et étant connecté à une cinquième entrée 154 du bloc d'arrêt 146, à une sixième entrée 156 duquel est connecté le deuxième

capteur 27 de la température des gaz de haut fourneau en amont de la turbine à gaz 1 ; un capteur 158 de la température maximale des paliers de la turbine à gaz 1 et du générateur de courant électrique 6, ce capteur 158 étant connecté à une septième entrée 157 du bloc d'arrêt 146 ; un détecteur 160 de vibrations des paliers de la turbine à gaz 1 et du générateur 6, ce détecteur 160 étant branché sur une huitième entrée 159 du bloc d'arrêt 146, une première et une deuxième sortie 161, 162 de ce dernier étant branchées respectivement sur une septième et une huitième entrée 163, 164 du bloc de mise en marche 72, une troisième sortie 165 du bloc 146 étant électriquement reliée à l'entrée du système 9 de régulation de la vitesse de rotation du rotor de la turbine à gaz 1, pour la fermeture accélérée des diaphragmes régulateur 2 et d'arrêt 3, une quatrième sortie 166 du bloc 146 étant électriquement reliée au dispositif 10 de consigne de la vitesse de rotation du rotor, pour fournir un signal de retour du dispositif de consigne 10 en position initiale, une cinquième, une sixième et une septième sortie 167, 168, 169 du bloc 146 étant connectées respectivement à une neuvième, une dixième et une onzième entrée 170, 171, 172 du bloc 109 de commande de réchauffage des gaz de haut fourneau, une huitième sortie 173 du bloc 146 étant connectée à une sixième entrée 174 du bloc 132 de commutation du régulateur de pression des gaz de haut fourneau sous le gueulard du haut fourneau, une neuvième sortie 175 du bloc 146 étant reliée électriquement à l'interrupteur 13 du générateur de courant électrique 6 ; un bloc 176 de remplissage et de vidange de l'installation utilisatrice, une première entrée 177 duquel est branchée sur une dixième sortie 178 du bloc d'arrêt 146, une deuxième entrée 179 du bloc 176 étant connectée au détecteur de position 80 signalant la fermeture de l'organe de fermeture 29 sur la conduite 31 d'amenée des gaz de haut fourneau à l'installation utilisatrice ; des détecteurs 182, 183 de la position de l'organe de fermeture 35 sur la conduite 37 d'évacuation des gaz de haut fourneau de l'installation utilisatrice, ces détecteurs 182, 183 signalant la fermeture et l'ouverture dudit organe 35 et étant connectés respectivement à une troisième et une quatrième entrée 180, 181 du bloc 176 de remplissage et de vidange ; des détecteurs 186, 187 de la position de l'organe de fermeture 38

sur la conduite 40 d'amenée de gaz inerte à l'installation utilisatrice, ces détecteurs 186, 187 signalant la fermeture et l'ouverture dudit organe 38 et étant connectés respectivement à une cinquième et une sixième entrée 184, 185 du bloc 176 de remplissage et de vidange de l'installation utilisatrice ; des détecteurs 190, 191 de la position de l'organe de fermeture 32 sur la conduite 34 destinée à évacuer de l'installation utilisatrice le gaz inerte vicié, ces détecteurs 190 et 191 signalant la fermeture et l'ouverture de cet organe 32 et étant connectés respectivement à une septième et une huitième entrée 188, 189 du bloc de remplissage et de vidange 176, une première sortie 192 de ce dernier étant branchée sur une douzième entrée 193 du bloc 49 de préparation au démarrage de l'installation utilisatrice, une deuxième, une troisième, une quatrième et une cinquième sortie 194, 195, 196, 197 étant électriquement reliées, respectivement, aux commandes électriques 30, 36, 39, 33 pour assurer la fermeture des organes de fermeture 29, 35, 38, 32 montés sur les conduites 31, 37 destinées à amener et à évacuer de l'installation utilisatrice les gaz de haut fourneau, sur les conduites 40, 34 destinées à amener le gaz inerte et à évacuer de l'installation utilisatrice le gaz inerte vicié, tandis qu'une sixième, une septième et une huitième sortie 198, 199, 200 du bloc 176 sont électriquement reliées, respectivement, aux commandes électriques 36, 39, 33 pour assurer l'ouverture des organes de fermeture 35, 38, 32 montés sur la conduite 37 destinée à évacuer de l'installation utilisatrice les gaz de haut fourneau et sur les conduites 40, 34 destinées à amener le gaz inerte et à évacuer de l'installation utilisatrice le gaz inerte vicié.

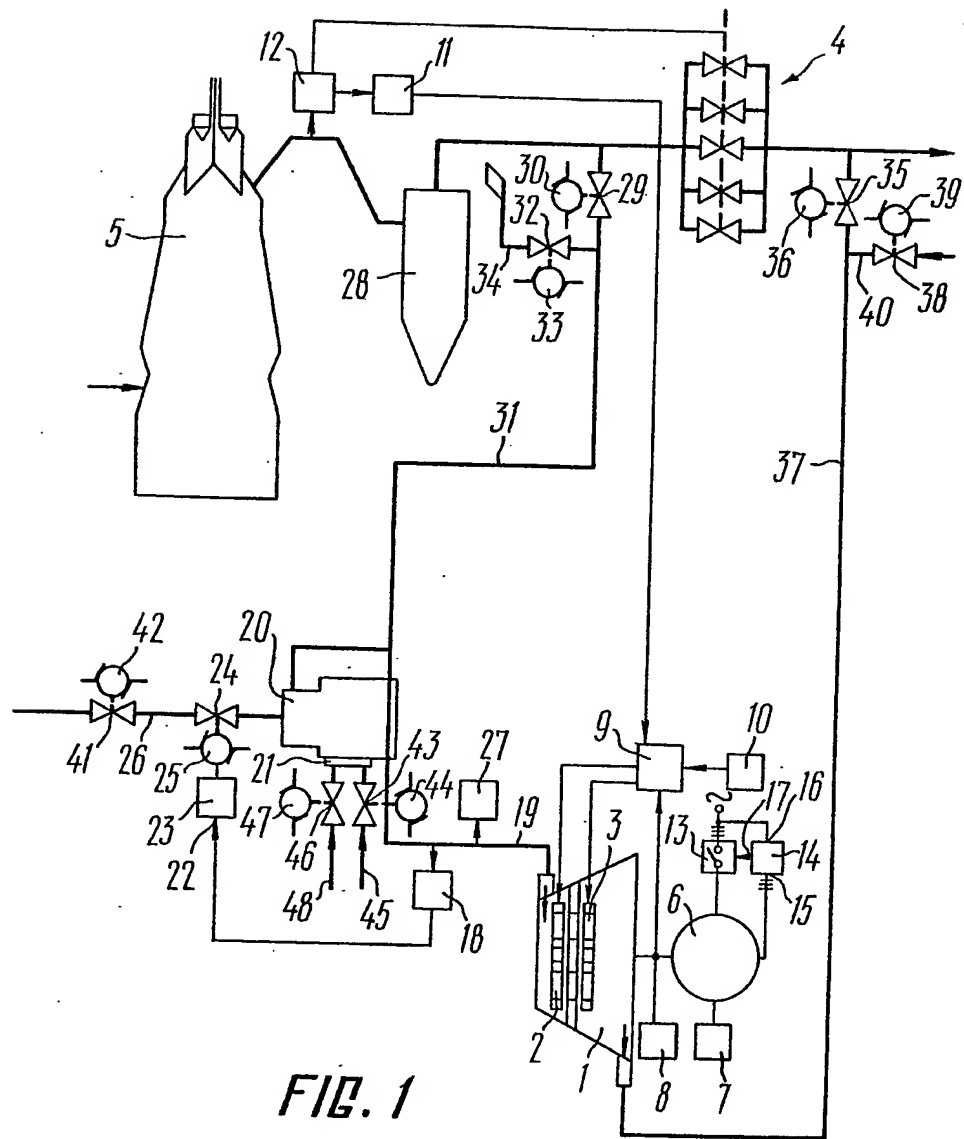


FIG. 1

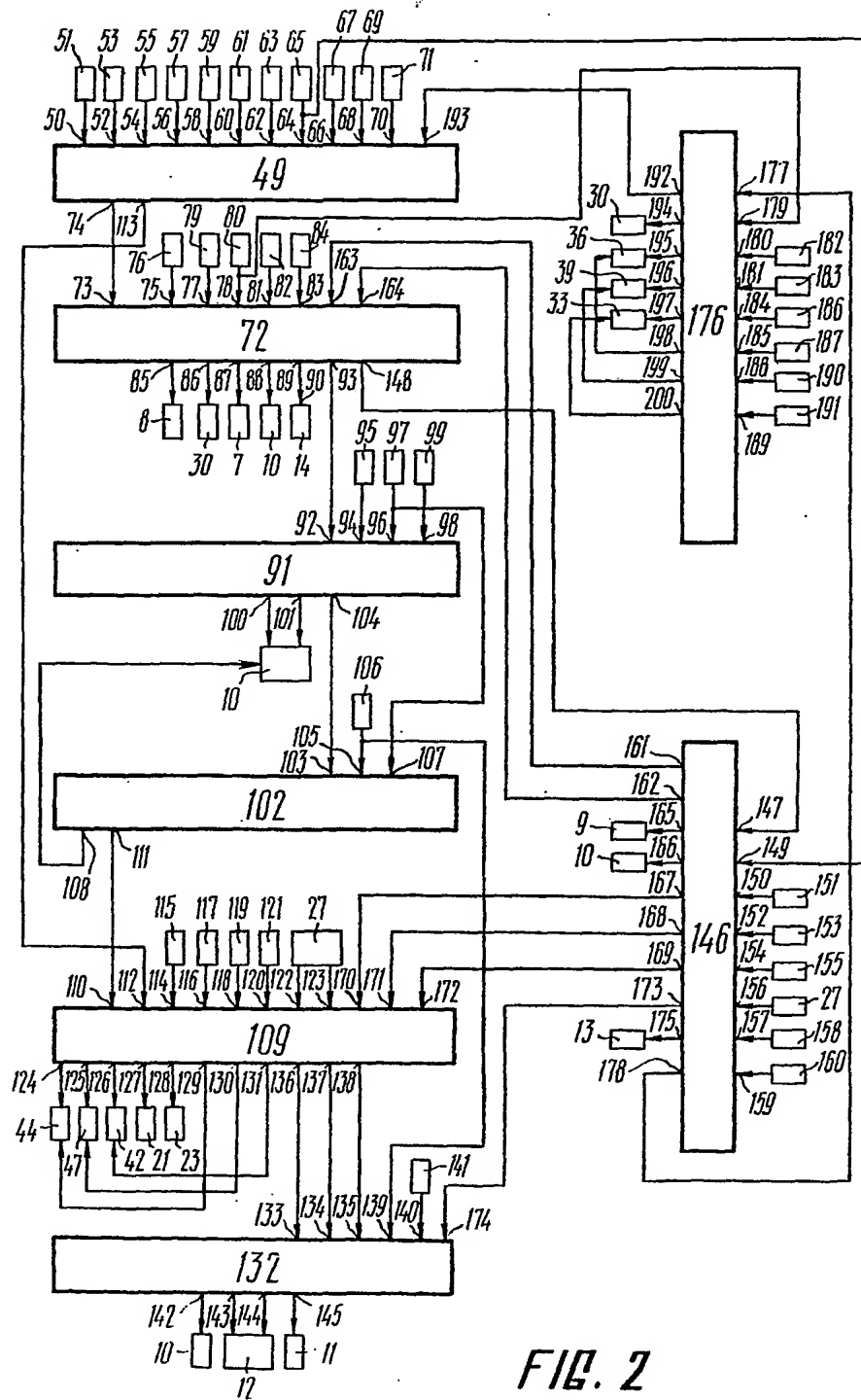


FIG. 2